UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

O USO DE VÍDEOS REAIS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA APRENDIZAGEM DE LEIS DE NEWTON DO MOVIMENTO

Renato de Andrade Afonso

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Faculdade de Física, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador
Manoel Januário da Silva Neto
Co-orientador
Rubens Silva

Belém - Pará
Janeiro de 2019

ATA DA APRESENTAÇÃO

PARECER DA BANCA EXAMINADORA

O USO DE VÍDEOS REAIS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA APRENDIZAGEM DE LEIS DE NEWTON DO MOVIMENTO

Renato de Andrade Afonso

Orientador:
Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto
Co-orientador:
Prof. Dr. Rubens Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Faculdade de Física, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

_____
Prof. Dr.

_____
Prof. Dr.

_____
Prof. Dr.

Belém - Pará
Janeiro de 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Für Elise

AGRADECIMENTOS

A Renato de Souza Afonso, pelo pai que sempre será para min (*in memoriam*).
A Adail Maria de Andrade, por cuidar de min na fase em que uma mãe se faz imprescindível para um filho.
A Milenne, esposa, pelo amor, carinho, incentivo e compreensão durante a realização deste mestrado.

A SBF e CAPES pela oportunidade ao oferecer este mestrado e pela concessão da bolsa de estudos.
A UFPA por mais uma vez ser a minha casa do saber.

Agradeço a todos os professores(as) do MNPEF e também às seguintes pessoas que, à sua maneira, agiram construtivamente em minha formação acadêmica e na concretização do mestrado (em ordem alfabética):

Aldeni Costa, secretária da Faculdade de Física, pelo apoio e orientações administrativas a todos os mestrandos.
Fátima Baraúna, professora do MNPEF, a quem considero a dama da Física, exemplo desde a graduação, pela competência, postura e elegância como pessoa e professora.
João Furtado, professor decano, pelo exemplo de dedicação em prol da Faculdade de Física e da Pós-graduação.
Licurgo Brito, professor do MNPEF, pelas palestras edificantes que sempre suscitavam uma nova ideia no decorrer do mestrado.
Manoel Neto, professor e orientador, pela amizade e dedicação ao mostrar o caminho a ser seguido neste trabalho.
Marcelo Lima, professor do MNPEF, antes colega de graduação e pela satisfação em ter sido seu aluno neste mestrado em aulas esclarecedoras e empolgantes.
Nelson Pinheiro Coelho de Souza, professor da Escola de Aplicação da UFPA, por ter me apresentado às teorias de Sweller e Mayer, despertando apoio teórico para este trabalho.
Pedro Paulo Pinheiro, Secretário da Faculdade de Física, a quem recorri, ainda calouro, de sua paciência administrativa.
Rubens Silva, professor do MNPEF e diretor da Faculdade de Física durante este mestrado, amigo de longa data, pela incansável dedicação administrativa, conselhos, orientações, reuniões pedagógicas e gastronômicas em sua casa.
Simone Fraiha, professora do MNPEF, pela dedicação e orientações técnicas e pedagógicas a todos os mestrandos.
Waldemir Gonçalves Nascimento, professor, companheiro no magistério da Escola Federal Tenente Rêgo Barros, pelas sugestões apresentadas para este trabalho.

RESUMO

O USO DE VÍDEOS REAIS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA APRENDIZAGEM DE LEIS DE NEWTON DO MOVIMENTO

Renato de Andrade Afonso

Orientador
Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto
Co-orientador
Prof. Dr. Rubens Silva

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará 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

Este trabalho tem por objetivo a apresentação de uma proposta didática que culmina em um produto educacional recorrendo à utilização de uma ferramenta audiovisual, os vídeos reais, na disciplina Física num contexto voltado para o ensino das Leis de Newton. O desenvolvimento desta proposta tem como referência teórica os princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Mayer – TCAM – (2005) e os preceitos orientadores da Aprendizagem Ativa. O fato de se trabalhar com vídeos reais está em sua potencial facilidade em contextualizar cenas do dia a dia em diversos ramos de atividade e, sobretudo uma maneira de se afastar das rotineiras aulas convencionais, tradicionalmente expositivas. Os caminhos metodológicos foram todos desenvolvidos em uma escola pública estadual em uma turma do ensino médio da Educação de Jovens e Adultos em 2017. Como forma de avaliar o grau de eficácia no processo de ensino e aprendizagem foi feita uma pesquisa de forma qualitativa, por meio de questionários tanto para o método didático, a Aprendizagem Ativa, quanto para os princípios da TCAM. O elo entre a TCAM na escolha dos vídeos e a Aprendizagem Ativa como estratégia de ação didática mostrou-se bastante sólido, resultando em um produto bem sucedido como proposta para facilitar a aprendizagem de Física quanto ao tema Leis de Newton do movimento.

Palavras – chave: Ensino de Física, Vídeos Reais, Aprendizagem Ativa, Leis de Newton do movimento.

Belém - Pará

Janeiro de 2019

ABSTRACT

REAL VIDEO AS DIDACTIC RESOURCE FOR LEARNING NEWTON'S LAWS OF MOTION

Renato de Andrade Afonso

Advisor:
Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Neto
Co-Advisor:
Prof. Dr. Rubens Silva

This work aims to present a didactic proposal culminating in an educational product using the use of an audiovisual tool, the real videos, in the Physics discipline in a context focused on the teaching of Newton 's Laws. The development of this proposal has as theoretical reference the principles of Cognitive Theory of Multimedia Learning of Mayer (2005) and the guiding precepts of Active Learning. The fact of working with real videos is in its potential ease in contextualizing scenes from donation to day in various branches of activity and, especially, a way to move away from the conventional, traditionally expositive classes. The methodological paths were all developed in a state public school in a high school classes of Youth and Adult Education in 2017. As a way of evaluating the degree of effectiveness in the teaching and learning process, a qualitative research was carried out, through questionnaires both for the didactic method, Active Learning, and your principles. The link between the Cognitive Theory of Multimedia Learning in the choice of videos and the Active Learning as a didactic action strategy proved to be quite solid, resulting in a successful product as a proposal to facilitate the learning of Physics in theme Newton's Law of the motion.

Keywords: Teaching Physics, Real Videos, Active Learning, Newton's laws of motion.

Belém - Pará
Janeiro de 2019

Sumário

Capítulo 1 Introdução 17
1.1. Elementos norteadores 17
1.2 Objetivos 19
1.2.1 Objetivo Geral 19
1.2.2 Objetivo Específico 19
1.3 Ensino de Física em minha prática docente 19
1.4. O problema 24
1.5 Conceito de vídeos reais.....25
Capítulo 2 O ensino de Física mediante recursos em audiovisual 27
2.1 Panorama histórico acerca do uso de audiovisual em educação.....27
2.2 Ensino por meio de vídeos: uma reflexão 30
Capítulo 3 Referencial Teórico 39
3.1 Aprendizagem Ativa 39
3.2 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia 48
Capítulo 4 Amparo Legal 61
Capítulo 5 As Leis de Newton do movimento 70
5.1 Descrição das Leis de Newton 70
5.2 Por quê o ensino de leis de Newton 76
Capítulo 6 Metodologia 79
6.1 A escola e os alunos 79
6.2 A escolha do tema 80
6.3 A turma 81
Capítulo 7 O Produto Educacional 82
7.1 Introdução 82
7.2 A estratégia didática 82
7.3 Audiência aberta 83
7.4 Recursos materiais 84
7.5 Conteúdos abordados 85
7.6 Conhecimentos anteriores 86
7.7 Fases de elaboração do produto educacional 87
7.8 Uma aproximação entre os vídeos reais e a TCAM 89

Capítulo 8 Aplicação do produto 96
8.1 Atividades planejadas 96
8.2 Atividade prévia 97
8.3 Atividades e episódios com os vídeos reais 102
Capítulo 9 Resultados e discussões 111
9.1 Análise de resultados 111
9.2 Culminância da aplicação do produto 133
9.3 O produto educacional sob o olhar do aluno 134
Capítulo 10 Considerações finais 143
Referências 148
Apêndice – Produto educacional 159

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Textos não integrados à imagem 53
Figura 02: Textos integrados à imagem 53
Figura 03: Resultante de um sistema de forças 72
Figura 04: Constatação da inércia de movimento 74
Figura 05: Constatação da inércia de repouso 74
Figura 06: Forças na direção do movimento de um veículo 75
Figura 07: Constatação do princípio da ação e reação 76
Figura 08: Recursos materiais: projetor de imagens, pen drive, smartfone e computador 85
Figura 09: Automóvel sem força na direção do movimento que o tire do estado de repouso 89
Figura 10: Imagem do vídeo usado no princípio da inércia 91
Figura 11: Imagem do vídeo para abordagem da segunda lei de Newton 92
Figura 12: Imagem do segundo vídeo para abordagem da segunda lei de Newton 93
Figura 13: Imagem do vídeo para abordagem do princípio da ação e reação..94
Figura 14: Imagem do segundo vídeo para abordagem do princípio da ação e reação 95
Figura 15: Imagem do primeiro vídeo para abordagem do princípio da ação e reação 95
Figura 16: Aplicação da atividade 1 no laboratório de informática 104
Figura 17: Aplicação do episódio 2 da atividade 1 105
Figura 18: Aplicação do episódio 1 da atividade 2 107
Figura 19: Aplicação do episódio 1 da atividade 3 109
Figura 20: Aplicação do episódio 2 da atividade 3 110
Figura 21: Aluno respondendo questionamento acerca das forças de ação e reação 126
Figura 22: Intervenção na qual um aluno usa dinamômetros para verificar a terceira lei de Newton 127
Figura 23: Intervenção na qual dois alunos usam dinamômetros para verificar a terceira lei de Newton 128
Figura 24. Resultado conclusivo das três atividades feito pelo aluno A 132

Figura 25: Resultado conclusivo das três atividades feito pelo aluno B 133
Figura 26: As leis do movimento de Newton no livro texto adotado 134
Figura 27 (a): Questionário com respostas do aluno A 138
Figura 27 (b): Continuação do questionário com respostas do aluno A 139
Figura 28 (a): Questionário com respostas do aluno A 140
Figura 28 (b): Continuação do questionário com respostas do aluno A 141

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Descrição dos vídeos utilizados 88
Quadro 02: Cronograma da aplicação da primeira e segunda parte do produto 97
Quadro 03: Resultados obtidos para a pergunta P1, episódio 1 da atividade 1 112
Quadro 04: Resultados obtidos para a pergunta P2, episódio 1 da atividade 1 113
Quadro 05: Resultados obtidos para a pergunta P3, episódio 1 da atividade 1 113
Quadro 06: Resultados obtidos para a pergunta P4, episódio 1 da atividade 1 114
Quadro 07: Resultados obtidos para a pergunta P5, episódio 1 da atividade 1 114
Quadro 08: Resultados obtidos para a pergunta P1, episódio 2 da atividade 1 114
Quadro 09: Resultados obtidos para a pergunta P2, episódio 2 da atividade 1 116
Quadro 10: Resultados obtidos para a pergunta P3, episódio 2 da atividade 1 116
Quadro 11: Resultados obtidos para a pergunta P4, episódio 2 da atividade 1 117
Quadro 12: Resultados obtidos para a pergunta P5, episódio 2 da atividade 1 117
Quadro 13: Resultados obtidos para a pergunta P1, episódio 1 da atividade 2 118
Quadro 14: Resultados obtidos para a pergunta P2, episódio 1 da atividade 2 119
Quadro 15: Resultados obtidos para a pergunta P3, episódio 1 da atividade 2 119
Quadro 16: Resultados obtidos para a pergunta P4, episódio 1 da atividade 2 119

Quadro 17: Resultados obtidos para a pergunta P5, episódio 1 da atividade 2 120
Quadro 18: Resultados obtidos para a pergunta P6, episódio 1 da atividade 2 120
Quadro 19: Resultados obtidos para a pergunta P7, episódio 1 da atividade 2 121
Quadro 20: Resultados obtidos para a pergunta P8, episódio 1 da atividade 2 121
Quadro 21: Resultados obtidos para a pergunta P9, episódio 1 da atividade 2 122
Quadro 22: Resultados obtidos para a pergunta P1, episódio 2 da atividade 2 123
Quadro 23: Resultados obtidos para a pergunta P2, episódio 2 da atividade 2 123
Quadro 24: Resultados obtidos para a pergunta P3, episódio 2 da atividade 2 124
Quadro 25: Resultados obtidos para a pergunta P1, episódio 1 da atividade 3 125
Quadro 26: Resultados obtidos para a pergunta P2, episódio 1 da atividade 3 125
Quadro 27: Resultados obtidos para a pergunta P3, episódio 1 da atividade 3 126
Quadro 28: Resultados obtidos para a pergunta P1, episódio 2 da atividade 3 128
Quadro 29: Resultados obtidos para a pergunta P2, episódio 2 da atividade 3 129
Quadro 30: Resultados obtidos para a pergunta P3, episódio 2 da atividade 3 130
Quadro 31: Resultados obtidos para a pergunta P4, episódio 2 da atividade 3 130
Quadro 32: Resultados obtidos para a pergunta P5, episódio 2 da atividade 3 131

LISTA DE SIGLAS

SBF – Sociedade Brasileira de Física

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

UFPA – Universidade Federal do Pará

PCN – Parâmetros Curriculares Nacional

BNCC – Base Nacional Curricular Comum

TCAM – Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

TCC – Teoria da Carga Cognitiva

MA – Metodologia Ativa

LDBN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

EJA – Educação de Jovens e Adultos

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

Capítulo 1

1.1 Elementos norteadores

O uso de informática notadamente por meio de vídeos como ferramenta didática tem sido bastante praticado nas atividades de ensino em diversos níveis educacionais, com mais destaque para as instituições privadas. O desenvolvimento tecnológico fruto do natural progresso da sociedade criou mecanismos sofisticados, mas que, em primeira análise, não eram destinados à área da educação. O computador ou uma filmadora, como exemplos, não foram desenvolvidos para serem utilizados em aulas.

O que ocorreu então, num passado recente, foi uma corrida em busca de adaptações de modernas tecnologias multimídia, visando o aprimoramento das aulas. Como resultado desta corrida tem-se hoje uma visão equivocada a respeito do buscado aprimoramento, que mostrou mais o lado material e estético na utilização de tecnologias, do que o outro permeado por uma aplicação essencialmente didático-pedagógico.

No ensino de Física, principalmente em instituições públicas, são escassas as situações em que algum tipo de tecnologia digital multimídia é usado em alguma ação didática. Não se limitando somente à estrutura material, são raras também uma mudança de atitude por parte do professor quanto à metodologia utilizada, ainda que mediante uma aula tradicional, de passos automatizados, termina por distanciar sensivelmente a Física – seus conceitos e fenômenos por ela explicados – do nosso mundo, do cotidiano e da realidade do aluno.

Muitos são os apelos dos educadores e as orientações contidas nos documentos oficiais, a que encontramos nos PCN para o ensino médio:

> O ensino de Física vem deixando de se concentrar na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso lhe dar um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média (BRASIL, 2002).

Partindo desta visão, este texto e seu respectivo produto educacional, tenta promover a aproximação entre o aluno de escola pública e a Física, mostrando-a como uma ciência presente no dia a dia, confrontando-a às vezes com seu conhecimento espontâneo, de modo que o aluno seja levado a aprender seus conceitos e internalizá-la como uma ciência da natureza. Nesta tarefa dispôs-se, além dos recursos materiais necessários de baixo custo, também de alguns coerentes recursos técnico-pedagógicos, quais sejam, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia e os preceitos norteadores da Aprendizagem Ativa.

Este trabalho dispôs para sua origem de vários elementos motivadores. Primeiramente a intenção de se elaborar uma atividade didático-pedagógica de aprendizagem mediante aulas não somente tradicionais para alunos do ensino médio, em uma escola pública de ensino básico da gestão estadual. Causou-me reação a decepção do próprio sujeito a quem a educação se destina, o aluno. Demandas por esclarecimentos acerca dos objetivos da Física, e mais, sobre sua utilidade no cotidiano, sempre foram comuns vindas dos estudantes a cada ano letivo. Aliam-se a estas, ingênuas indagações a respeito da necessidade de se estudar Física se ele estudante, num futuro imediato, frequentará um curso superior da área de ciências humanas, por exemplo.

A segunda justificativa, intrínseca à primeira, e para tanto, surgiu da necessidade de ministrar aulas mediante uma estratégia em que o professor fosse o agente orientador e incentivador à participação efetiva do aluno, com este sentindo-se prestigiado e estimulado a colaborar ativamente no seu processo de aprendizagem. Assim, fui à busca de um mecanismo didático objetivando sanar aquelas decepções e desestímulos nos alunos.

Por conseguinte, este trabalho justifica-se também pelo fato de que o aprendizado de Física, notadamente para estudantes do segmento educacional denominado de Educação de Jovens e Adultos – EJA – encontrava-se repleto de incompreensões, abstrações, severas dificuldades de aprendizagem e limitações que criavam barreiras quase intransponíveis à aprendizagem desta ciência pelos alunos. Um dos geradores deste panorama está no fato de que a Física, tradicionalmente apresentada a partir do ensino médio se constitui numa novidade, já que o estudante até o nono ano ainda não havia sido

contemplado com esta disciplina em sua totalidade. Tal novidade se mostra bastante árida com grande quantidade de novos conceitos, equações e seus respectivos cálculos com os quais os estudantes ainda não estão familiarizados.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Promover a facilitação da aprendizagem na disciplina Física com a participação ativa dos discentes mediante a utilização de recursos de tecnologia audiovisual.

1.2.2 Objetivos Específicos

▶ Descrever uma abordagem pedagógica para o aprendizado das Leis de Newton mediante a Aprendizagem Ativa visando suscitar a iniciativa e a participação dos alunos potencializando condições para que demonstrem atitudes reflexivas e questionadoras.

▶ Elaborar um produto educacional em que a exposição de vídeos reais calcado na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, de Mayer – TCAM – seja verificada como uma potencial ferramenta de auxílio ao ensino e aprendizagem das leis de Newton.

1.3 Ensino de Física em minha prática docente

Não existe nada mais fatal para o pensamento que o ensino das respostas certas, bradou Alves (1994). Tal pensamento se mantém atual, ainda que anunciado há várias décadas, e mostrando que, muito antes dele a situação no ensino escolar de um modo geral, já exigia mudanças de conduta dos atores envolvidos em todo o sistema educacional brasileiro. Mudanças estas que envolvem um conjunto de fatores, que colocam sob suspeita os métodos tradicionais utilizados no rotineiro ato de “dar aulas”.

No ensino médio os professores ainda optam pela forma de aula verbalizada direta ao aluno e a transcrição de conteúdos expostos na lousa, ou seja, um ensino dogmático sem questionamentos com respostas prontas e tidas como certas e inquestionáveis. Aulas padronizadas, monótonas, desestimulantes, conteúdos que não destacam o cotidiano e a necessária contextualização terminam por repelir a atenção dos alunos. Por que a Física, uma ciência da natureza e do dia a dia das pessoas não é, em geral, explorada pelo professor nesses aspectos?

Para os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN – (BRASIL, 2002), a Física deve apresentar-se 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 exige que o ensino de Física seja contextualizado e promova uma transposição didática do conhecimento formal para a vivência do aluno, a fim de que tenha significado; é a relação entre teoria e a prática que está presente no ideal de contextualização, tornando os conteúdos de Física mais concretos (TORRES et al, 2016, p. 296).

Inúmeras são as teorias de aprendizagem e os métodos de ensino. Variados também e de fácil manuseio são os recursos instrucionais auxiliares com base na disponibilidade de tecnologia eletrônico-digital. Não tão comum porém, é observar uma mudança no cenário antes relatado, em que o professor, por causas e motivos diversos, perpetua uma única forma de ensino em sua rotina profissional ano após ano.

Uma das estratégias bastante disseminadas nas salas de aula de todo o Brasil é o uso de vídeos, o que este trabalho se propõe a dissertar. Ocorre, porém que, devido à sua arquitetura permeada por atrativos técnicos, o uso de audiovisual expandiu-se territorialmente e pedagogicamente, a ponto de, em algumas escolas as salas de aula já contarem com projetor multimídia fixo para qualquer professor que dele queira fazer uso.

Muito raramente se vê uma atividade de aula em que os critérios e planejamento didático-pedagógico sejam levados em consideração para que possa realmente ter um viés de atividade de aprendizagem, e não apenas de contemplação de conteúdo e imagens. O que então foi constatado é que, o uso

de alguma estratégia de ensino que fuja ao modo tradicional historicamente vigente e predominante termina por ser rotulado de problemático por considerável parcela dos docentes em atividade ainda na atualidade. Uma mudança de atitude começa com uma mudança de mentalidade, tem que partir da vontade dos atores envolvido em todo o processo educacional.

Percebi ao longo de décadas de experiência na docência em Física, as dificuldades e às vezes incapacidades por parte do estudante no sentido de compreender a utilidade e consequências da Física, uma ciência tão marcante no dia a dia. Nos anos mais recentes de minha prática já percebia também alunos com expectativas e exigências pautadas pelo mundo contemporâneo permeado de novidades e perspectivas.

Muito embora tais exigências não fossem diretas, percebi no transcurso do cotidiano escolar que os alunos já se dirigiam para a escola com um ar de previsibilidade acerca do que iria ocorrer nos encontros com o professor na sala de aula. Vi em seus semblantes a inquietação de quem estavam fadados a terminarem seus últimos anos no ensino básico resignados diante do mesmo tipo de aula, aquela tradicional e verbalizada pelos professores, diante do quadro à sua frente.

Aliam-se a este fato, outras exigências mais incisivas feitas ano após ano ao ouvir de alunos, depois de um determinado conteúdo ministrado, desabafos questionadores: “para que serve na nossa vida, professor?” ou “eu não vejo a física por aí em nenhum lugar”, ou ainda “isso é útil pra quê, professor?”. Mais desolador, no entanto era tentar explicar a algum aluno o que fazer diante de uma pergunta do tipo “professor, se eu apenas decorar as fórmulas tiro uma nota boa na prova?”. Para Cachapuz (2012, p.17), falta entusiasmo e sobra o desencanto. Preocupa-me o “para que é que isto serve?”, pergunta recorrente dos jovens que os professores bem conhecem e que não têm resposta fácil.

Dado esse alerta e exposto a esse cenário, pude perceber que a Física, para além das pertinentes críticas dos alunos, tinha sim seu lugar no nosso cotidiano e em vários ramos de atividade de nossa sociedade. A imaginação dos alunos não alcançava o quanto a Física está presente nas rotinas do homem. Algo precisava ser feito, sobretudo no que diz respeito primeiramente, a uma mudança atitudinal, ou seja, um “querer” na qual eu, como professor,

operando na ponta do processo educacional, teria que ser o responsável por levar a cabo a busca de uma solução para algo que também me inquietava profissionalmente.

Consonante com minhas aspirações, qualquer que fosse o plano a ser materializado, estava ciente que, além de ministrar conteúdos, teria que suscitar nos alunos um estímulo não somente à frequência às aulas, mas também um convite ao inesperado, à uma nova forma de aprender, à uma aula na qual o aluno até então descrente de qualquer mudança, teria um papel preponderante em seu aprendizado diante de um professor que não usa a lousa e pincel, tampouco ele, aluno, usa o livro ou caderno.

Cabe aqui ressaltar que não estou a “sacrificar” o método tradicional em favor de outra metodologia de ensino. Quando me refiro ao ensino tradicional estou me dirigindo à forma de aula expositiva, palestrada, na qual o aluno se limita a copiar os conteúdos expostos na lousa ou verbalizados pelo professor. Pode-se muito bem, com apropriado empenho e planejamento do professor, praticar uma atividade dinâmica mediante aprendizagem ativa somente com lousa e pincel.

Assim, diante da experiência de vários anos utilizando vídeos em aulas, das expectativas trazidas pelos depoimentos dos estudantes e das demandas educacionais do mundo contemporâneo, a elaboração deste trabalho e seu produto se arrazoam pela necessidade de: abordar as escassas conexões entre os temas ensinados na Física e o cotidiano; utilizar alguns dos diversos métodos de ação pedagógicos disponíveis voltados para o ensino e aprendizagem de forma ativa; sanar as dificuldades e desmotivação dos estudantes diante de aulas predominantemente tradicionais e de potencializar o uso de tecnologias atuais nas aulas por meio de dispositivos audiovisuais e, sobretudo, chamar o aprendiz à participação direta no seu aprendizado.

Ensinar Física em escola pública – situação à qual estou vinculado – por meio de uma atividade de que fuja aos moldes tradicionais é uma tarefa repleta de obstáculos. Com raríssimas exceções, o cenário não se encontra muito animador do ponto de vista material e estrutural. Escolas sem espaços lúdicos, sem auditórios ainda que de pequeno porte, sem laboratórios didáticos de Física ou qualquer outra disciplina.

Nesse aspecto, vale registrar, apenas a existência do laboratório de informática é tida como certa, provavelmente pelo fato de que a administração pública considera que um laboratório de informática seja a solução para todas as necessidades educacionais de uma escola. Conforme o censo escolar 2017, apenas 45,4% das escolas que oferecem o ensino médio possui laboratório de ciências, e 79,9% contam com laboratório de informática. Ressalta este censo que o ensino médio é oferecido em 28,6 mil escolas no Brasil e que 68,2% das escolas são estaduais e 29% privadas (BRASIL, 2018)

Na primeira fase de minha prática docente na década de noventa, utilizei vídeos regularmente como complemento às aulas, numa época em que “passar um vídeo” para uma turma era rotineiro, sobretudo aos professores que quisessem se mostrar atentos à moderna didática de então. Utilizei diversos tipos de vídeos, como filmes, documentários, aulas gravadas dos programas educativos veiculados pelas emissoras de TV, porém com resultados mais voltados mais para mostrar curiosidades científicas e fazer revisão do conteúdo do que apropriadamente objetivando a aprendizagem.

Há cerca de oito anos antes de iniciar o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, já com farta disponibilidade de vídeos na internet, sempre na plataforma *Youtube*, vi dentre os vídeos de cenas reais do cotidiano social e de vários ramos de atividade humana, muitos com potencial voltado para a observação e constatação de leis ou fenômenos físicos.

Naquela época, por cerca de três anos letivos, os vídeos eram usados apenas após as aulas “normais” como ferramenta de fixação de conteúdos ou como forma de revisá-los. Constituía-se em uma ferramenta de constatação e fixação de leis físicas e não didaticamente uma ferramenta de ensino e aprendizagem. A partir do ano seguinte, vi um caráter mais potencializador a ser incorporado nos vídeos selecionados até então e outros encontrado em uma longa pesquisa na internet, qual seja, sua utilização como ferramenta específica para o ensino e aprendizagem de temas da Física.

A partir de então criei uma rotina periódica com tais vídeos que passaram então a constituir um material didático, material este que, iniciado este Mestrado Profissional se transformou no necessário produto educacional.

O percurso para que uma atividade de ensino e aprendizagem desta natureza se materializasse foi longo e cercado de cuidados em suas diversas

fases como ainda será relatado neste trabalho. O cerne da questão, longe das preocupações materiais e estruturais, estava em ministrar uma aula em que o diálogo entre todos, o debate, a intuição, os erros e acertos fossem expostos, despidos de elementos subjetivos como a timidez, constrangimento ou o comodismo, comuns em uma aula tradicional. Esse viés afetivo, que foi observado na aplicação do produto é uma consequência agradável e esperada em uma abordagem deste tipo em que o aprendiz é visto como um sujeito ativo e proativo no seu processo de aprendizagem.

Procurei mostrar a Física como um ramo do saber enviesado no mundo que nos cerca e na sociedade atual. Busquei fazer desta periódica atividade um estímulo para atender às expectativas do aluno em relação à disciplina, cativar sua atenção, beneficiar sua auto estima ao mostrar que ele, estudante, foi merecedor de uma aula na qual foi colocado como um participante direto, e não como mero figurante.

É bem verdade que a certa altura de meus pensamentos e planejamentos eu estava mais inclinado a “salvar” a Física, tentando criar uma maneira de afastar a inócua imagem que os alunos pudessem ter acerca dessa ciência. Se isso de fato ocorreu, então considero também válida a atividade desenvolvida, ainda que não tenha sido este o objetivo principal.

Outro aspecto da abordagem descrita neste trabalho relaciona-se à postura do professor durante a execução deste tipo de atividade pedagógica, como detalharei posteriormente. A postura do professor adotada neste trabalho e em sua aplicação é a menos invasiva possível, mediante mínimas intervenções no sentido de permitir ao aprendiz que ele encontre o caminho do seu aprendizado. Por isso, alicercei esta dissertação segundo um referencial teórico que articulasse um método de ensino e aprendizagem que permitisse uma intensa participação dos alunos, ladeado por outro que me posicionasse professor mediador, entre a moderna tecnologia audiovisual digital e a turma.

1.4 O problema

Este trabalho tem vários elementos tomados como ponto de partida que estimularam a iniciativa para se desenvolver uma atividade didática-pedagógica diferente da tradicional aula que se desenvolvia rotineiramente até então.

Procurou-se construir uma prática docente que atendesse e respondesse aos questionamentos lançados pelos alunos e pelo próprio professor sobre os rumos a serem tomados a partir de um momento em que os alunos já externalizavam seus inconformismos com um sistema de ensino que em si mesmo já demonstrava esgotamento dentro daquelas possibilidades oferecidas tradicionalmente, que em vários depoimentos os alunos classificavam as aulas diárias como “aula normal”.

Após alguns período de reflexões acerca das cobranças dos alunos e da maneira como as aulas de Física eram ministradas, foi pensado em como responder mediante um método diferente de ministrar uma aula e ainda, com a proposta desafiadora de contar com poucos meios disponíveis diante de um cenário de escola pública e suas limitações materiais e humanas. Assim estava então diante do seguinte problema:

▶ Que estratégia pedagógica poderia dar suporte aos conteúdos da disciplina a serem ministrados de modo a aproximar a física à realidade, mediante uma prática diferente da aula tradicional?

▶ Qual estratégia pedagógica poderia contribuir para consolidar uma aula em que o aluno se sinta estimulado a contribuir para o seu próprio aprendizado?

▶ Como planejar uma estratégia de ensino usando modernos recursos materiais multimídia, sem custos financeiros para a escola ou professor?

▶ Como e por que ministrar uma aula com o uso de vídeos reais dentro de sala, sem que ele seja apenas um auxílio à aula tradicional?

Estas questões-problema representam o núcleo desta dissertação e no produto procurou-se mostrar como a solução foi desenvolvida.

1.5 Conceito de vídeos reais

A propagada inovação em educação e outras áreas do conhecimento produtivo, em geral expõe um primeiro significado, aquele ligado a algo totalmente novo, um caminho, procedimento ou artefato criado para a solução dos problemas que nos afligem. Ocorre, no entanto, que inovação pode se operar de duas formas, sendo a tecnológica a que trata da produção de modernos dispositivos materiais que trazem em seu bojo uma nova técnica de facilitação de uma tarefa, e a segunda, a que traz em si uma nova forma de

usar o que já existe, mediante um novo procedimento ou uma nova função, para uma tarefa diferente para o qual foi originalmente produzido. E este vem a ser o caso do uso de vídeos reais para o ensino e aprendizagem de física. Daí uma proposta de um uso voltado para situações reais e autênticas observadas nos diversos fatos do dia a dia das pessoas.

Nas aulas ministradas atualmente em diversas disciplinas, o que se observa em sala é a utilização maciça de projetores de imagens, estáticas ou vídeos, apenas como apoio às explicações do professor na medida em que aproveitam mais o tempo de aula para mostrar uma maior quantidade de conteúdo, e evitar desperdício de tempo quando os alunos ficam copiando o texto ou figuras do quadro.

O conceito de *vídeos reais* está relacionado às imagens gravadas – espontâneas ou não – contendo cenas fortuitas que se passam no cotidiano das ruas, nos esportes, em ensaios técnicos, acidentes, fenômenos naturais etc. Desse modo, o vídeo real é tal que, sua origem não foi motivada por objetivos de natureza didático-pedagógica.

Em poucas atividades com o auxílio de projetores multimídia a aula assim conduzida difere da aula tradicional. O quadro branco em que o professor normalmente desenhava e escrevia os textos referente ao tema do dia passa a ser usado como anteparo para a imagem do projetor, em que se vê os mesmos textos e desenhos. Em outra estratégia o projetor é utilizado para mostrar algum vídeo, na forma de documentários curtos ou simulações de experiências na tentativa de consolidar o conteúdo já exposto ou a título de revisão desses conteúdos. Geralmente são vídeos já produzidos objetivamente para as aulas.

O avanço do uso de vídeos no ensino foi sem dúvida uma necessidade, não apenas devido ao avanço tecnológico mas também por demandas da do processo educacional e da sociedade, e suas consequências didático-pedagógicas serão abordadas no próximo capítulo.

Capítulo 2
O ensino de Física mediante recursos em audiovisual

2.1 Panorama histórico acerca do uso de audiovisual em educação

A utilização de aulas por meio de imagens teve início no Brasil, ainda na década de sessenta, com iniciativas tímidas de algumas emissoras educativas estatais que mantinham alguns programas com fins educativos para o ensino fundamental. Pioneira, a TV Cultura de São Paulo, juntamente com a Secretaria de Educação, em 1960 produziu um telecurso que visava preparar candidatos ao exame de admissão ao ginásio, isto é, da 5ª à 8ª séries (Valim e Costa, 2017). Tal cenário não mudou significativamente nos anos setenta, exceto com a produção iniciada em 1978 também pela TV Cultura de São Paulo, do Telecurso 2º Grau.

Ainda na década de setenta o vídeo era uma tecnologia monopolizada pelas emissoras de TV e produtoras de filmes para publicidade e cinema. Tal exclusividade se justificou devido ao grande aparato físico e seu alto custo que terminava por inviabilizar seu uso pelo cidadão no cotidiano. As poucas câmeras filmadoras portáteis que havia eram importadas, como as pioneiras fabricadas pela *Kodak* do tipo *super-8*, e seu uso se restringia ao ambiente doméstico.

O uso popular do vídeo começou a tomar corpo na década de oitenta, antes mesmo da chegada da internet no Brasil, com a popularização das câmeras filmadoras que usavam fitas magnéticas como meio de gravação de cenas e áudio, denominadas de dispositivos analógicos, montadas no Brasil, portanto com um custo bem menor que as importadas. Começam também a surgir no fim desta década os computadores pessoais, cuja demanda foi acelerada pela abertura total do mercado brasileiro às importações de produtos em geral, principalmente quanto aos artefatos tecnológicos de informática.

Ocorreram mudanças em alguns aspectos, relata Valente (2013), mas não aquelas envolvidas efetivamente com o desempenho na aprendizagem, conforme evidenciaram testes posteriores de avaliação ou mesmo na inclusão

social de estudantes pertencentes às classes socioeconomicamente desfavorecidas.

O fim da década de noventa apontava um caminho diferente, de maior popularização com as câmeras digitas, em que a imagem e o áudio ficavam gravados em pequenos *chips* ou cartões de memória. Posteriormente esses mecanismos eletrônicos foram embarcados em câmeras fotográficas e nos aparelhos telefônicos portáteis – os celulares – até chegarem aos atuais *smartfones*. Atualmente, seja na obtenção de imagens do cotidiano ou em monitoramento de ambientes internos e externos, imagens reais estão sendo capturadas e disponibilizadas ao público em grande quantidade em diversos sites na internet ou em plataformas privativas como as redes sociais.

Com objetivos educacionais, efetivamente em sala de aula, os vídeos começaram a se tornar uma realidade a partir da segunda metade da década de oitenta, ocasião em que se tornou comum nas escolas, salas com um ou mais televisor, ditos de CRT (*Catodic Ray Tube*) pela sua maneira de gerar imagem o que lhe determinava grande tamanho e peso. Surgiu também o *vídeo-cassete*, um aparelho que reproduzia os vídeos a partir de gravações em fitas magnéticas para o sistema VHS (*Video Home Sistem)*. Nesta fase não havia espaço para a produção de vídeos, pois a tecnologia de criação e manipulação ainda não estava acessível ao público mediante ferramentas simples como hoje encontramos em aplicativos e programas gratuitos para tal fim.

A partir da década de noventa, já com a internet e os computadores pessoais já presente até nas residências, ocorreu uma massificação do uso de vídeos em aulas sobretudo pelo surgimento de um equipamento projetor digital, popularmente conhecido como *data-show*. O alcance deste meio auxiliar em aulas foi amplo e de grande disseminação devido principalmente ao fato de que o próprio professor se encarregava de escolher os vídeos, fazer facilmente edições, cortes e inserções em qualquer momento da aula mediante ferramentas simples, cujo programa já vinha incorporado em alguns computadores.

A chegada dos computadores de menor porte, os laptops e os mini dispositivos de gravação como o *pen drive* na primeira década do século XXI

fez com que o professor transportasse sua aula-vídeo de uma sala para outra, de uma escola para outra.

Por volta de 1995 no Brasil, outro paradigma da contemporaneidade começa a se instaurar na tecnologia e na cultura social: a *internet*. Criada nos Estados Unidos em 1969 como uma rede de comunicações entre centros de pesquisas e militares, somente em 1982 foi disponibilizada para o meio acadêmico. Em 1987 passou a ser usada para fins comerciais e finalmente em 1992 aberta mundialmente surgindo então empresas provedoras de serviços de internet e nesse ano o Laboratório Europeu de Física de Partículas, o *CERN*, criou a plataforma mundial *world wide web*, ou *www* (SILVA, 2001). Nela várias plataformas eram mantidas, e dentre muitas em 2005, o *Youtube*. Trata-se de um site de compartilhamento de vídeos criado por dois jovens funcionários de uma empresa de tecnologia de São Francisco, EUA.

A proposta era armazenar conteúdo audiovisual de vários tipos: trechos de filmes, programas de TV, novelas, seriados, comerciais e clipes de música. E, também, conteúdo amador, funcionando como um "video blog" (UFPA, 2015).

A internet gerou não somente uma revolução nas comunicações eletrônico-digitais como impactou profundamente todos os ramos de atividade atuais. A educação, um ramo nem sempre receptivo à inovação, foi atingida de forma indelével, praticamente obrigando aos seus agentes uma ruptura em relação aos processos pedagógicos e procedimentos didáticos tradicionais. As tecnologias de informação e comunicação – TIC – passam a catalisar a transmissão de informação na sociedade de uma forma sem precedentes na história do conhecimento. Mais que uma adaptação a um novo modo de vida ou de trabalho para uns, para outros, como o professor, historicamente responsável por deter e transmitir o conhecimento, foi exigida – mas nem tanto praticada – uma mudança a partir da ruptura com o modelo tradicional de ensino e aprendizagem.

Tal mudança, porém, que se mostrou tão simples e eficaz em termos materiais, os denominados *hardware* e *software*, assim não se mostrou em relação ao “material humano” ao longo das décadas de convivência com as TIC. Um dos fatores que obstaculizaram a disseminação dessas modernas tecnologias em relação à aprendizagem, sobretudo nas salas de aula, foi

ironicamente uma de suas principais características, qual seja, as informações e conhecimentos são gerados e transmitidos em larga escala de quantidade, qualidade e velocidade a ponto de, “pela primeira vez na história da humanidade, a maioria das competências adquiridas por uma pessoa no início de seu percurso profissional estarão obsoletas no fim de sua carreira”. (LÉVY, 1999, p.156).

Hoje estamos diante das modernas Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação – TDIC – que englobam dispositivos de diversas arquiteturas e funções, com amplo uso em educação, cunhadas de *multimídia*. Além do computador de mesa, os portáteis – *notebook*, *tablets* e semelhantes – além de outros em menor escala de tamanho como as máquinas fotográficas, câmeras filmadoras, *smartfones*, cada um com sua eletrônica em particular que lhes permite modernas interfaces de comando como ativação por voz e por gestos. Soma-se a isto também as redes sociais como plataformas voltadas também para educação. A tudo isso se alia o fato de que todos esses dispositivos, fixos ou móveis já trazem embarcadas recepção de TV e a conexão com a rede mundial de computadores, a internet, abrindo um leque às intenções docentes.

2.2 Ensino por meio de vídeos: uma reflexão

O uso das TIC na educação é, na verdade, um apêndice dentre todas as tecnologias criadas pelo progresso humano que se reflete em uma necessidade fundamental de todos nós: a de se comunicar, e de maneira mais eficaz possível. A abundância de informação e a facilidade de acesso a ela não garante, contudo, que os indivíduos estejam mais e melhor informados (Coll e Monereo, 2010, p.22). Precisamos, ainda agora, e muito pouco tem sido feito, a repensar o currículo, as metodologias, os tempos e os espaços precisam ser revistos. Nesse aspecto, Valente (2013) comenta:

> O sistema educacional de praticamente todos os países tem feito substanciosos investimentos no sentido de prover as escolas com essas tecnologias, desde um computador em algumas salas de aula, a instalação de laboratórios de computadores até escolas onde cada estudante tem seu laptop. Desde então, o que mudou? Para os céticos, não mudou praticamente nada (VALENTE, 2013, p.35)

Temos visto adaptações, mas não as esperadas mudanças de paradigma educacional prometidas pela revolução tecnológica. Muitas expectativas foram criadas esperando uma acentuada melhoria no aprendizado principalmente a partir do uso de modernos meios audiovisuais em sala de aula como já relatado. Para Costa (2013):

> Um dos argumentos normalmente utilizados para anunciar as novas tecnologias enquanto fator de inovação e mudança na escola é precisamente que nestas novas tecnologias digitais residirá uma diferença essencial relativamente às tecnologias anteriores, embora muitas vezes a diferença pareça residir apenas nos seus 'atributos' e no 'que' com elas é possível fazer (dimensão instrumental), ignorando-se o "como", ou seja, o modo como são integradas num determinado contexto, com que estratégia e a serviço de que objetivos em concreto (dimensão estratégica) (COSTA, 2013, p.56)

A confiança e expectativa depositada no uso de recursos audiovisuais e internet hoje se transformou, com raras exceções, numa frustração à tão esperada mudança na qualidade do ensino. Tais recursos se transformaram em mais um dispositivo que Manacorda (1992) categorizou como "máquinas de ensinar". Pons (2004) diante da "febre" do uso de audiovisuais, assinala: pelo que temos visto até agora, o aluno ou não intervém neste processo, ou se o faz, sua intervenção é muito limitada. Eles continuam sendo receptores passivos e a manipulação dos meios por parte do aluno é bastante escassa.

Sem dúvida o uso de tecnologias eletrônico-digitais é uma realidade e foi fruto de um ambicioso rumo à modernidade no que diz respeito às relações entre produção, consumo econômico e a sociedade. Ela está presente em todos os ramos de atividade deste contexto, inclusive em educação, mas tal tecnologia observa Almeida (2013), não traz mudanças substantivas aos processos educativos, ainda que essas tecnologias possam funcionar como catalisadoras para alavancar mudanças com a intenção de criar condições para a inovação educativa.

Diversos estudiosos (Ramos, 2013; Valente, 2013; Morán, 1995; Perrenoud, 2000) apontam causas, desde a falta de requisitos técnicos, – o desconhecimento das potencialidades técnicas dos instrumentos digitais – de referenciais pedagógicos e metodológicos, até mesmo a ausência de uma específica formação continuada em temas da modernidade educacional, sendo

tais questões, importantes de serem debatidas, mas não objetos deste trabalho.

O tempo e a observação das práticas em sala de aula denunciaram a face mais perversa dessa forma de ensino: a de que os modernos instrumentos audiovisuais serviram apenas para tornar a aula esteticamente mais atraente e mais dinâmica, sentido este identificado quando se deseja uma aula em que o conteúdo seja transmitido num exíguo intervalo de tempo ou com softwares que permitem trocas rápidas de cenas ou imagens projetadas. Mira-se neste caso a atração visual do aluno com formas aparentemente sedutoras que suscitam apenas a memorização em curto prazo.

Uma reação em cadeia se estabeleceu proliferando em larga escala o uso dos instrumentos audiovisuais com esta proposta de forma a impor que, o professor que não usasse tais recursos em suas aulas seria taxado de ultrapassado ou antiquado, opinião esta que chegou por meio de várias relatos captados nos corredores escolares a ser compartilhada pelos próprios alunos, provando que a sedução havia se efetivado, mas não um ganho no ensino, como mostraram também os boletins daqueles alunos.

A chegada da tecnologia, notadamente as eletrônico-digitais, foi saudada como uma solução para todas as lacunas deixadas pelas aulas tradicionais com quadro e pincel, e a perspectiva era a de que, uma escola com vários desses equipamentos colocaria o processo educacional a salvo de todos os seus males historicamente estabelecidos. Ao longo do tempo, registra Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), nota-se a euforia dos professores a cada nova proposta que surge, a qual eles adotam e defendem como se fosse a “salvadora” dos problemas da educação. Outra questão observada vale apontar, é que a cultura escolar é caracterizada por um considerável atraso em relação às transformações sociais e econômicas que surgem a cada década, havendo uma lacuna entre o que se aprende na escola e o que acontece no mundo fora dela. Rodrigues (2015), a esse respeito constata que:

> A inserção de tecnologia no espaço da sala de aula se tornou um dilema após a revolução da informática e a grande adoção dos computadores pessoais nas décadas de 1980 e 1990. Com a disseminação em massa dos dispositivos tecnológicos, essa questão foi aprofundada a partir dos anos 2000, quando o cisma entre o espaço escolar tradicional e as formas de produção e absorção de conteúdo se tornou nítido: as escolas ainda estão presas ao modelo físico de um mundo regulado pela industrialização e seus símbolos, enquanto os canais pelos quais as pessoas optam por dialogar com o mundo foram enriquecidos pelas inovações tecnológicas (RODRIGUES, 2015, p.126)

A confiança na tecnologia emergente, esperançosamente apontou um caminho em que o objetivo não alcançado pelo professor seria suprido pela máquina. Inúmeros professores relatam a contribuição demonstrada pela farta disponibilidade de tecnologia digital no contexto educacional, tanto privado quanto da dependência administrativa pública, porém o tempo fez perceber a todos os operadores da educação, que tal contribuição visou menos a qualidade do processo ensino-aprendizagem do que uma reconsideração de um método tradicional já estabelecido.

O que se constata é que grande parte dos docentes não estão preparados, familiarizados ou até inclinados a utilizar os recursos trazidos pelas TIC como ferramenta mediadora no processo educacional, por considera-la complexa ou mesmo desnecessária.

> Se antes o domínio de tecnologia complexas pelos professores, tais como as TIC, era facultativo, hoje se tornou mandatório. Embora possamos lastimar sua natureza invasiva e questionar sua necessidade real, não podemos negar a presença da tecnologia nas mais variadas atividades humanas e sua importância com mediadora da comunicação entre as pessoas na contemporaneidade. Nessa direção, as TIC são um elemento importante na educação no mundo atual, já que a educação é essencialmente um processo de comunicação – não só de teorias, conceitos e habilidades, mas também de atitude profissional e socialmente desejáveis (RIBEIRO, OLIVEIRA e MILL, 2013, p.146)

Temos então, que apesar da já estabelecidas como um paradigma na sociedade e na educação, muitos professores mesmo os ainda jovens, não se tornaram de alguma forma um imigrante digital na sua área profissional, por confiar que sua maneira tradicional de ministrar aulas é o bastante ou ainda desconfiar, em muitos casos, da validade e perenidade dessas novas técnicas.

Sobre as concepções dos professores acerca das TIC e os processos do ensinar e aprender, Lopes, Alonso e Maciel (2013) observaram o seguinte comportamento:

> Reconhecem que as TIC favorecem o estabelecimento de novas formas de relações pessoais e/ou profissionais entre alunos e professores, ao ‘canalizar’ informações. Contudo, observam que os recursos que essas tecnologias trazem são utilizados inadequadamente, necessitando muito mais que o domínio de seu ‘manuseio’, exigindo, antes, articulação de saberes teóricos, práticos, didáticos e metodológicos, corroborando investimento em um novo perfil profissional do docente (LOPES, ALONSO e MACIEL, 2013, p.181)

Do ponto de vista didático-metodológico, Lopes, Alonso e Maciel (2013) apuraram ainda que:

> Os docentes afirmaram que a escolha de uma tecnologia educacional como recurso didático depende sempre da constituição de conhecimento técnico-pedagógico por demandar adequação entre recursos, conteúdos, objetivos, ambientes e alunos. As TIC não eximem nem substituem o docente no planejamento de sua ação pedagógica, e que, ao contrário, exigiriam mais zelo e cuidado no trabalho de mediar o conhecimento com vistas a maior autonomia intelectual dos alunos (LOPES, ALONSO e MACIEL, 2013, p.188)

Temos então aqui um retrato de uma realidade de como as TIC são, e outra, como devem ser usadas na ação docente. Dentre os agentes educativos, naqueles tempos de invasão de tecnologias modernas de vídeos nas escolas, havia a esperança de que os nativos digitais que se tornassem professores aproveitariam os hábitos e conhecimentos em tecnologias digitais em suas práticas docentes. Este fato não se materializou plenamente, pois apenas saber lidar com tecnologias de última geração e oportunidades para usá-las em aula não minimizou o papel do professor como o sujeito principal na ação de ensinar. Não houve uma mudança no contexto educacional voltado a este objetivo. Os dispositivos tecnológicos mediadores dessas mudanças atualizam-se e multiplicam-se praticamente a cada dia, exigindo dos indivíduos atualização constante (Oliveira et al, p.5, 2017).

Por outro lado é patente que, em vez de esperar uma imersão nas modernas tecnologias de audiovisual por parte dos atuais docentes, uns estimulados e outros resistentes, a formação do professor precisa ser capaz de

amparar o futuro profissional ainda na academia mediante uma capacitação crítica também voltada a esse conhecimento. Segundo o censo escolar para o ensino médio 2017, na disciplina Física, apenas 48,8% dos professores possui formação superior em licenciatura ou bacharelado na mesma área da disciplina em que atua. Ribeiro, Oliveira e Mill (2013) observam:

> Sobretudo, mesmo que seja factível determinar com precisão os conhecimentos necessários ao uso de TIC no processo de ensino aprendizagem, é preciso levar em conta as características pessoais dos professores, alguns mais afeitos aos avanços tecnológicos do que outros. Além disso, é oportuno refletir sobre algumas resistências resultantes da imposição de novas estratégias didático-pedagógicas, frequentemente apresentadas de forma acrítica aos docentes (RIBEIRO, OLIVEIRA e MILL, 2013, p.143)

Neste cenário em que se analisa a incidência das tecnologias emergentes imbuídas de critérios pedagógicos, constata-se que não se proporcionou uma perspectiva didática efetiva e o ensino desta forma predomina, segundo Ramos (2013), quando as opções dos professores recaem sobre software educativo que, mais do que mimetizar outros meios, explora de maneira singular as propriedades e características únicas que os computadores nos oferecem. Não por causa disso deve-se retroceder contraindicando o uso da tecnologia. Diante dessa realidade, Machado observa:

> Nada parece mais extemporâneo, no entanto, do que a discussão sobre o uso ou a recusa da tecnologia. Como a técnica nos primórdios da civilização, a tecnologia encontra-se disseminada na sociedade. Sem qualquer melancolia, resta-nos avançar na consciência do significado de sua presença. Se o fascínio automático é típico de neófitos, a recusa sistemática é, sem dúvida, patética (MACHADO, 2013, p.3).

O que se quer mostrar é que a dificuldade de imersão das tecnologias atuais na escola reside no fato de que elas foram criadas por empresas e Estados, dentro de um contexto científico, econômico e estratégico tendo em

vista suas demandas históricas. Tais mecanismos tecnológicos não foram resultado de demandas educacionais, e assim o que se viu foi o professor fazendo uso de seus próprios e poucos recursos numa tentativa desesperada de fazer adaptações ou produções de material desprovido do rigor pedagógico necessário ao fim a que se destina sua aula. Nesse aspecto, Costa (2013) corrobora dizendo:

> Muito embora, na maior parte dos casos, e dado o elevado investimento necessário ao desenvolvimento de aplicações informáticas, estas fossem exclusivamente desenvolvidas fora da escola, é de assimilar uma crescente vaga de produção de recursos digitais pelos próprios professores nos últimos anos, com o que isso pode significar de positivo em termos de adequação às necessidades específicas que lhe dão origem (COSTA, 2013, p.57).

Prossegue Costa (2013) afirmando que as TIC nunca conseguiram verdadeiramente se impor no contexto escolar, pois “concebidas e produzidas fora da escola, sem qualquer ligação intrínseca aos objetivos de aprendizagem dos alunos ou determinadas por necessidades de natureza pedagógica ou didática”. Daí o que muito se diagnostica com uma simples visita às salas de aula em sua maioria, são adaptações e improvisações.

O acesso às tecnologias, a despeito dos investimentos públicos ou privados, que hoje são disseminadas a baixo custo e em alguns casos gratuitas, mostra uma porta aberta às possibilidades para aplicações de recursos digitais em apoio às aulas tradicionais. Eles podem ser produzidos pelo próprio professor, que não precisa ser um perito em informática, haja vista inúmeros instrumentos e até aplicativos de fácil manuseio para seu domínio bastando para isso iniciativa e criatividade como força motriz. Para Lopes, Alonso e Maciel (2013):

> Discute-se também, que as TIC constituem-se em complementos para as técnicas pedagógicas tradicionais e que elas permitiriam aos sistemas educacionais adaptar-se às diferentes formas, características e necessidades de aprendizagens, tornando-se parte integrante de políticas educativas estrategicamente planejadas (LOPES, ALONSO e MACIEL, 2013, p.171)

É verdade que a chegada das tecnologias digitais como possibilidade pedagógica na escola passou a ser uma aliada do professor. Isso para que o professor pudesse empreender uma aula mais *dinâmica*, com o sentido desta palavra e a prática ligada a ela voltadas principalmente para aspectos alegóricos e temporais do que efetivamente para objetivos de ensino, ou seja, sem que se pensasse num mecanismo voltado para o sujeito da aprendizagem. Na visão de Costa (2013):

> Eram, sobretudo, tecnologias destinadas ao professor e ao ensino, isto é, tecnologias que tinham como principal função apoiar o professor na sua tarefa de transmissão de conteúdos escolares, na sua tarefa de ensinar (COSTA, 2013, p.49-50).

Prossegue Costa, ao ensinar incisivamente a diferença criada pelo uso das tecnologias de comunicação e informação hoje acessíveis:

> Não são ferramentas destinadas principalmente aos professores, mas sim ferramentas do aluno; não são ferramentas para apoiar a transmissão do conhecimento, mas sim ferramentas que permitem e implicam a participação ativa, por cada um, na construção do seu próprio conhecimento (COSTA, 2013, p.50)

Acerca dos objetivos e das mudanças necessárias tendo em vista o uso das tecnologias atuais como uma alvíssara educacional, Valente (2013) indaga e esclarece:

> No que realmente consiste o uso das TDIC em termos de inovações educacionais? Certamente elas não se limitam à presença dessas tecnologias na escola, nem em alguns modismos passageiros como, por exemplo, a criação de redes sociais. O próprio uso das TDIC tem proporcionado o avanço em alguns conceitos que são importantes para compreender o processo de ensino e aprendizagem, como a distinção entre informação e conhecimento e entre transmitir informação e construir conhecimento, o papel do professor no processo de construção do conhecimento e as mudanças necessárias para que efetivamente as TDIC sejam integradas às atividades curriculares, como repensar o currículo atual, desenvolvido para a era do lápis e papel (VALENTE, 2013, p.36)

As tecnologias multimídias já fazem parte da sociedade e devem, portanto, estar presentes na rotina escolar com farta oferta de ferramentas de apoio ao ensino chamando os educadores para uma mudança de mentalidade sem abrir mão da reflexão a respeito de seu papel nessa mudança. Lévy (1999) assim reflete:

> Como manter as práticas pedagógicas atualizadas com esses novos processos de transação de conhecimento? Não se trata aqui de usar as tecnologias a qualquer custo, mas sim de acompanhar consciente e deliberadamente uma mudança de civilização que questiona profundamente as formas institucionais, as mentalidades e a cultura dos sistemas educacionais tradicionais e sobretudo os papéis de professor e de aluno (LÉVY, 1999, p.172)

Em que pese qualquer apelo ou debate acerca do uso de vídeos em ensino e aprendizagem, deve-se levar em consideração – pois a prática nos mostra – que o vídeo tal como hoje é posto, é uma plataforma indubitavelmente multilinguagem, uma excelente ferramenta para desenvolver habilidades cognitivas e sensoriais proporcionando assim um fascínio em que se permite por meio deles aprender. Como constata Morán (1995):

> O vídeo é sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem superpostas, interligadas, somadas, não separadas. Daí a sua força. Nos atingem por todos os sentidos e de todas as maneiras. O vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário) em outros tempos e espaços. O vídeo combina a comunicação sensorial-cinestésica, com a audiovisual, a intuição com a lógica, a emoção com a razão. Combina, mas começa pelo sensorial, pelo emocional e pelo intuitivo, para atingir posteriormente o racional (MORÁN, 1995, p.2)

Será um caminho doloroso até se constatar que as tecnologias atuais estejam sendo largamente usadas como apoio de larga envergadura pedagógica tal qual foram – e ainda são – tecnologias como os livros, o giz, o quadro, as folhas de cartolina, as réguas de desenho etc, que foram postas no cotidiano escolar, testadas e há séculos estabelecidas. Em tal caminho o que encontramos são práticas difusas, individuais, sem um ordenamento ou apoio estatal a fazer com que as modernas tecnologias sejam anexadas universalmente aos projetos e currículos escolares.

De caráter primordial também é a pesquisa em torno de um suporte pedagógico bem definido e coerente para tornar uma intervenção didática em algo factível e com resultados profícuos. Tal suporte, o referencial teórico, sua estrutura, pertinência e o por quê de sua escolha serão descritos no capítulo a seguir.

Capítulo 3
Referencial teórico

Os pressupostos teóricos que nortearam esta atividade pedagógica estabelecem uma visão na qual se considera que os processos que envolvem ensino e aprendizagem são vias de mão dupla, na qual a dialogicidade reflexiva é o principal componente por permitir que o professor conduza o aprendizado e também aprenda; que o aluno aprenda e, nas entrelinhas do processo também ensine ao professor ao demonstrar novos comportamentos.

O aluno liberta-se das amarras do ensino verticalizado na qual é visto como um paciente a ser tratado mediante as prescrições do professor que sabe o que é “melhor” para seu aprendiz. Incisivamente a educação, segundo Freire (2002), não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir ‘conhecimentos’ e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação bancária, mas um ato cognoscente.

Nesse contexto é que foi pensada uma abordagem sob a ótica da Metodologia Ativa (MA) e da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia – TCAM – do psicólogo educacional Richard Mayer.

3.1 Aprendizagem Ativa

As rápidas e profundas modificações pelas quais passa a sociedade exige cada vez mais um cidadão capaz de pensar e agir de forma também rápida e autônoma. Tal demanda se reflete na área de educação que, não de maneira diferente deve necessariamente passar por mudanças no sentido de prover ao futuro cidadão condições básicas acerca de como desempenhar seu papel num mundo de intenso e interativo dinamismo global. Um saber ou uma máquina que hoje suprem as necessidades de uma determinada área produtiva estará ultrapassado por outros em um futuro bem próximo, em poucos anos ou alguns meses até. Novos problemas exigindo novas soluções.

A sobrevivência nesse mundo moderno demanda um aprendizado constante ao longo de toda a vida. Nesse cenário os processos de ensino e aprendizagem nas instituições escolares devem proporcionar aos estudantes

uma formação crítica, curiosa, debatedora e atuante no sentido de também ser o responsável pelo seu próprio aprendizado.

Historicamente predominava o ensino voltado para um mundo em que o cidadão era colocado como um ser passivo, receptivo apenas, sem capacidade de ação em prol do seu aprender, com o intuito de prepará-lo para o mundo em rápido desenvolvimento, principalmente a partir do século XVII com o recrudescimento da revolução industrial. O ensino, então tecnicista, passou a suprir uma demanda na qual as pessoas pudessem dar prosseguimento às exigências de uma sociedade engessada pelo formalismo do progresso industrial. Até aqui o importante era transmitir e reproduzir, e não construir o conhecimento. “O advento da revolução industrial exige do ensino uma abordagem técnica, mas a ênfase do ensino continua na reprodução do conhecimento” (Behrens, 2003, p. 51-52).

Para se preparar para a sociedade de hoje e do amanhã, a dinâmica do mundo agora está voltada para as transformações que se processam na esfera da produção da informação e do conhecimento. E para ingressar nessa esfera o seu beneficiário, o estudante, deve ser reorientado acerca do seu papel mais ativo daqui em diante, a começar, na sala de aula. Nos advertiu Freire (1996), que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção.

O século XX foi sem dúvida marcante pelas intensas e rápidas transformações na sociedade, dito sociedade da informação, proporcionadas pela produção de conhecimento em larga escala que ensejaram demandas acerca de novas formas de ensinar e aprender. Isto gerou consequências imediatas sobretudo na cultura educacional em que se passou a requerer um futuro cidadão que, mais do que guardar informações e praticar habilidades para certas funções, deve estar inserido num processo contínuo de aprender a aprender. Nesse percurso um olhar foi reservado às metodologias que colocavam o aluno como um ser participante nas atividades de aprendizagem, dando oportunidade para a aprendizagem ativa.

Hoje temos a convicção que ninguém discordará do fato em que, numa época tão estimulante, o aluno precise de aulas diferentes e motivadoras que o torne possuidor de habilidades e o faça se sentir um colaborador do seu processo de aprendizagem. Fazer diferente não implica em fazer mais e mais

coisas, com os mesmos métodos ao longo do ano letivo, mas agir na qualidade da aula, com entusiasmo, mediante estratégias didáticas cercada de um plano e embasamento pedagógico coerente que exponha o aluno à atividade.

A Metodologia Ativa não é uma abordagem recente e seus princípios foram elaborados com a contribuição de vários pensadores, tendo como uma de suas bases o construtivismo de Piaget, seu maior expoente, demonstrando que o sujeito só aprende apropriando-se do que faz, e não o que ele repete; ainda mais quando repete algo, por imposição do professor, sem ter compreendido (BECKER, 2008).

Experiências com Metodologia Ativa surgiram entre o final do século XIX e as primeiras décadas do século XX no âmbito do movimento da Escola Nova (ARAÚJO, 2015). No Brasil na década de 20 o mesmo movimento procurou disseminar o consistente discurso de John Dewey (1978) e seu ideário no qual a aprendizagem se processa mediante a ação, deslocando o estudante para o centro do processo educacional de modo a valorizar sua capacidade de pensar e de questionar a realidade. Ele insistia na necessidade de estreitar a relação entre teoria e prática, pois acreditava que as hipóteses teóricas só têm sentido no dia a dia (FERRARI, 2017). Dewey influenciou o movimento “escolanovistas” no Brasil em plena ditadura Vargas, e a partir de então uma nova mentalidade de ensino teve início, incentivando a democracia nas aulas, a iniciativa e estímulo ao aluno que assim se sentiria mais seguro, acolhido, participativo e confiante ao perceber a atenção do professor voltada a ele, e não o contrário, como numa aula puramente tradicional.

As abordagens mediante aprendizagem ativa, seja em grupos ou individual, começaram a ser encorajadas em décadas mais recentes, quando os métodos tradicionais já demonstravam desgaste.

> No ensino de física, especificamente, essas iniciativas remontam a meados dos anos 80, com a publicação de estudos estatisticamente significativos que demonstravam dois problemas do “ensino tradicional": (i) alunos que obtêm bom desempenho na solução de problemas de livro-texto continuam a exibir sérias deficiências em aspectos conceituais dos mesmos conteúdos; (ii) a eficácia de aulas expositivas em suprir essas deficiências é universalmente baixa, independendo dos talentos do professor ou dos atrativos que sejam oferecidos aos alunos, como demonstrações em sala de aula, observação que se repete em uma vasta gama de escolas, com estudantes de qualificação pregressa bastante variada (HENRIQUES et al, 2014, p.1).

Com a aprendizagem ativa busca-se incentivar o interesse e a participação do aluno em situações propostas ao abrir espaços para perguntas, para a criatividade, as habilidades de ver, ordenar o raciocínio, ouvir e discutir dialogicamente para que o aluno se sinta motivado e receptivo às metodologias que vão lhe dedicar especial atenção. Em contrapartida experiências mostram que a atenção do aluno dispensada à aula se intensifica consideravelmente, como reportado na Revista Brasileira de Ensino de Física:

> Os métodos de aprendizagem ativa tiveram sua eficácia comparada recentemente à das aulas expositivas, em uma meta-análise envolvendo mais de 200 estudos distintos, em disciplinas de ciências, tecnologia, engenharias e matemática. Os resultados sistematicamente apontam uma diminuição de um terço nos índices de repetência e uma melhoria considerável na compreensão conceitual dos estudantes. Além da melhora do desempenho acadêmico, diversos estudos anteriores indicavam também que esses métodos são eficientes em infundir nos alunos atitudes mais adequadas ao aprendizado, ensinando-os a estudar, aumentando a frequência às aulas e a permanência dos alunos nos cursos e diminuindo a evasão (Henriques et al, 2014, p.2)

Alerta Oliveira (2017) acerca da importância também do domínio pedagógico afetivo na condução do processo de aprendizagem:

> Na ótica dos tutores, as metodologias ativas devem integrar teoria e prática à realidade social do aluno, procurando estimular a participação e o comprometimento, de modo crítico-reflexivo, envolvendo não apenas a dimensão cognitiva, mas as habilidades e atitudes. Destaque importante é dado também para a relação professor-aluno, que deve ser de estímulo, democrática e igualitária para que a aprendizagem seja efetiva (OLIVEIRA et al, 2017, p.8).

Podemos entender que as Metodologias Ativas se baseiam em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos. Se desejamos educar para a vida então e sala de aula deve ser um laboratório do mundo. Para Berbel (2011):

> As metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos, ainda não considerados nas aulas ou na própria perspectiva do professor. Quando acatadas e analisadas as contribuições dos alunos, valorizando-as, são estimulados os sentimentos de engajamento, percepção de competência e de pertencimento, além da persistência nos estudos, entre outras (BERBEL, 2011, p.28).

Para Bonwell e Eison, (1991, p.III) a aprendizagem ativa é um termo genérico que expressa as atividades didáticas que envolvem os alunos no ato de fazer coisas e pensar sobre o que estão fazendo. Gudwin's (2017) prioriza a iniciativa do aluno:

> Na aprendizagem ativa, entende-se que o aluno não deve ser meramente um "recebedor" de informações, mas deve se engajar de maneira ativa na aquisição do conhecimento, focando seus objetivos e indo atrás do conhecimento de maneira pró-ativa (Gudwins, 2017, p.1)

Isto quer dizer que agora o aluno passará de ouvinte passivo e estático para construtor o seu próprio conhecimento, sendo a figura do professor deslocada para o de observador, condutor, orientador.

É comum em atividades envolvendo o processo ativo, o professor apresentar um fato e os alunos deverão analisá-los à luz de seus conhecimentos anteriores, suas vivências e experiências diárias até apropriarem-se dos conceitos embutidos na fenomenologia. Mas até aí o aluno carece de um professor que o estimule, que levante sua autoestima, que lhe dê liberdade de ser um protagonista na sala de aula, que aponte o caminho rumo à aprendizagem. O professor, ciente de seu compromisso, deve antes de tudo se colocar numa posição crítica e indagadora acerca do que ele próprio representa na escola e no âmbito educacional, como Pietrocola (2012) ao instigar:

> O que fazer quando se precisa inovar, introduzir conteúdos diferentes do tradicional ou aplicar um curso usando uma metodologia que rompe com aquilo que está estabelecido e contemplado pela tradição e pelo tempo? (PIETROCOLA, 2012, p.118).

Certamente uma das respostas indicada ao professor seria a aprendizagem ativa como ferramenta didática. A ideia central é a de que os estudantes aprendem mais facilmente os conteúdos trabalhados se eles

realmente se engajarem numa atividade de imersão que os coloca frente a frente com algo novo a ser por ele descoberto.

A questão do papel do professor na aprendizagem ativa é bastante delicada, pois se distancia ao menos preventivamente de sua conduta no ensino tradicional. Sobre isso Morán (2015) destaca:

> O papel do professor é mais o de curador e de orientador. Curador, que escolhe o que é relevante entre tanta informação disponível e ajuda a que os alunos encontrem sentido no mosaico de materiais e atividades disponíveis. Curador, no sentido também de cuidador: ele cuida de cada um, dá apoio, acolhe, estimula, valoriza, orienta e inspira. Orienta a classe, os grupos e a cada aluno. Ele tem que ser competente intelectualmente, afetivamente e gerencialmente (gestor de aprendizagens múltiplas e complexas) (MORÁN, 2015, p.10).

A figura então do professor mediador é um recurso essencial no processo de aprendizagem ativa, pois com ela o educador pode identificar o que o aluno é capaz de fazer sozinho. Tal como numa disputa esportiva em que os atletas fazem uso constantemente de suas habilidades e iniciativas, os alunos também devem fazê-lo nas aulas, cabendo ao professor a função de arbitragem. Além disso, momentos de troca de reflexões entre o professor e os alunos oportunizam uma futura ação em prol dos pontos que podem ser melhorados no processo como um todo, principalmente na questão da leitura e interpretação dada aos vídeos pelos alunos. Crato (2012) alerta para o fato de que

> Não se pode incentivar a reflexão autônoma se esta não for pacientemente cultivada através da observação guiada, do estudo, da reflexão e do exercício. E que não é fingindo que os alunos são autores do seu próprio conhecimento que se pode desenvolver esse espírito crítico e autônomo (CRATO, 2012, p.281).

Ao apenas guiar o aprendiz mostrando-lhe o caminho, o professor estará exercendo sua tarefa de ensinar de maneira menos ativa quanto a si. E, não o carregando consigo nem mostrando como chegar, tampouco onde chegar – o encontro com o conhecimento - estará promovendo, aqui sim, a aprendizagem ativa. O professor é a ponte entre o conhecimento e o aluno. Cabe a ele a condução do processo, verificando a pertinência de um dispositivo pedagógico diante de uma necessidade de inovação em qualquer das formas apresentadas

e construir então as necessárias pontes necessárias à aprendizagem. Na análise de Carvalho (2012):

> Para introduzir em suas aulas atividades inovadoras, onde se espera que os alunos tenham uma participação intelectualmente ativa na construção de seu conhecimento e tempo para pensar e discutir, é necessário que os professores adotem novas práticas profissionais nada habituais para os professores formados ‘no’ e ‘para o’ ensino tradicional (CARVALHO, 2012, p.39)

O professor participa como coadjuvante, em auxílio ao estudante com o objetivo apenas de pavimentar o caminho percorrido pelo aluno diante de alguma dificuldade ao se deparar diante de um obstáculo. O professor não mostra a solução de uma situação, mas auxilia o aluno para que ele mesmo encontre uma solução ao que lhe é proposto, garantindo assim que seja bem sucedido no seu aprendizado. Não é dado ao aprendiz um mapa para que ele decore, mas uma rota que o leve ao destino pretendido. Segundo Medeiros e Medeiros (2006):

> Para que o estudante se envolva cognitivamente, há necessidade de se proporem atividades que o leve além da pura memorização. Esse conhecimento deve ser construído e reconstruído, pois se for apenas implementado ou transferido, incorre-se no erro de se estar no patamar da aprendizagem mecânica, que não é nosso objetivo (MEDEIROS e MEDEIROS, 2006, p.56)

Em uma atividade de aprendizagem ativa, os dados e impressões colhidos pelo professor enquanto ouve, medeia, o ajudará a reorientar seu percurso didático naquele momento e nos próximos, a fim de auxiliar os alunos a construir o conhecimento sobre o tema abordado. Isso permite que a atividade seja eficaz para o professor e para o aluno na medida em que este questiona, debate, contribui para construir a aula em si e o conhecimento, como bem Freire (1996) nos ensina:

> Faz parte das condições em que aprender criticamente é possível a pressuposição por parte dos educandos de que o educador já teve ou continua tendo experiência da produção de certos saberes e que estes não podem a eles, os educandos, ser simplesmente transferidos. Pelo contrário, nas condições de verdadeira aprendizagem os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinado, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo. Só assim podemos falar realmente de saber ensinado, em que o objeto ensinado é apreendido na sua razão de ser e, portanto, aprendido pelos educandos (FREIRE, 1996, p.13).

A partir do momento em que considerar que a essência do processo de ensino e aprendizagem reside intercâmbio de pensamentos entre professor e aluno, e entre aluno e seus pares, é que o professor estará diante da necessidade de se posicionar diante da realidade com a qual se depara em sala de aula: o aluno é o centro, o interesse do processo educacional. Esse momento se mostra oportuno para então se verificar de que forma professores vão se apropriar dos recursos técnicos e conhecimentos pedagógicos nas aulas que instigue a capacidade argumentativa do aluno. Para isto o professor deve ter o cuidado de, ainda na fase de planejamento, verificar as possibilidades de intervir de forma qualitativamente mínima nos temas abordados, pois caberá ao aluno chegar ao aprendizado por meio de suas reflexões e argumentos. Há casos de poucas intervenções por parte do professor, mas há situações que exigem várias intervenções. Porém, para Silva Neto (2018) quanto menos intervenções ocorrerem, mais liberdade de aprendizagem o aluno terá por meio de suas próprias ações.

Uma atividade didático-pedagógica que estimula e desenvolve a participação do aluno é a essência da aprendizagem ativa, em contraste às situações em que predominam o ensino tradicional e o aprendizado mecânico ainda bastante praticados. Sobre isto, Carvalho (2012) sugere:

> Mudar essa situação depende muito do professor, mas para que apareçam argumentações dos alunos em sala de aula, tem de existir toda uma prática profissional muito bem conduzida pelo professor e um trabalho de formação junto a ele que lhe dê respaldo para aplicar sequências de ensino planejadas para uma participação ativa dos alunos em sala de aula (CARVALHO, 2012, p.26).

Contundente acerca dos métodos de ensino e aprendizagem ainda em prática, Carvalho ainda denuncia:

> Sabemos que as participações dos alunos nas aulas não acontecem espontaneamente, muito menos as intervenções em que os alunos mostrem com suas palavras o seu raciocínio argumentativo. Normalmente estas participações são repetições de palavras, das ideias e do raciocínio do próprio professor. Perguntas, quando existem, refletem mais o não entendimento da linguagem do professor. E essa participação intelectualmente pobre dos alunos em sala de aula não é um problema somente brasileiro" (CARVALHO, 2012, p.26)

Causar o empobrecimento de uma experiência de ensino mediante algoritmização de ações do tipo passo a passo é uma insensatez ao custo de se desprezar as capacidades e habilidades dos alunos. Carvalho Júnior (2011), corrobora citando o seguinte fato:

> Quando o saudoso físico americano Richard Feynman visitou o Brasil, ele teve um contato com estudantes da cidade do Rio de Janeiro. Feynman ficou impressionado com a excelente capacidade que os alunos tinham de resolver problemas numéricos de física. No entanto, ao serem indagados a respeito de fenômenos físicos cotidianos, os mesmos alunos não conseguiram estabelecer conexões entre as fórmulas matemáticas que sabiam de cor e o seu dia a dia. Havia, sem dúvida alguma, algo de errado (CARVALHO JÚNIOR, 2011, p.8).

Se há algo errado então mudanças devem ocorrer. Possivelmente muitos professores estão em busca de uma estratégia mais adequada para que a mudança aconteça, e para tal não existem regras e não seria o caso de tê-las já que o ato de educar não pode se prender a amarras, principalmente em um país tão vasto em território e diversidades culturais tal qual o Brasil. Abib (2012) em apoio diz:

> Apesar da vasta produção de trabalhos que incluem temáticas variadas e proposições diversas com potencial para inúmeras melhorias para a prática docente, o ensino nas escolas ainda se apresenta, na grande maioria dos casos, predominantemente com características de um ensino memorístico e voltado à aplicação mecânica de fórmulas, que se desenvolve por meio de um discurso retórico dos professores (ABIB, 2012, p.227).

Em muitos trabalhos encontramos, como informou Abib (2012), diversos tipos de metodologias já formalizadas e que o professor pode dispor para abordar em suas aulas. O tipo de abordagem dependerá de diversos fatores inerentes ao espaço escolar, aos alunos, a ele mesmo professor, aos instrumentos disponíveis, ao tema a ser aprendido etc. Atualmente as utilizadas são: Aprendizagem por pares (*Peer instruction*), sala de aula invertida (*Flipped*

class room), aprendizagem baseada em casos, aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem baseada em modelos, aprendizagem baseada em equipes, aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em perguntas, aprendizagem baseada em jogos, metaprendizagem, aprendizagem mão na massa (educação *maker*), audiência aberta (*Cabildo abierto*) etc.

Com relação ao exposto, conclui-se que qualquer ação docente no sentido de planejar uma prática pedagógica que, integrando os envolvidos, estimule a imersão no ensinar e no aprender de modo a promover o protagonismo do discente, interesse, participação, colaboração, reflexão e crítica, estará colocando o aluno frente a frente com a construção do conhecimento, quer dizer, praticando o ensino e a aprendizagem ativa.

3.2 Teoria cognitiva da aprendizagem multimídia

Quando se propõe o uso de imagens em auxílio a uma atividade de ensino recorremos à ideia na qual as pessoas lidam melhor com uma informação ou aprendem de maneira mais eficaz um conteúdo qualquer, quando a exposição recorre ao uso associado de palavras e imagens, comparada à exposição somente com palavras ou apenas imagens. Este é princípio fundamental da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia – TCAM – de Mayer (2005), na qual se permite trabalhar com associação de imagens (estáticas em impressos ou dinâmicas em vídeos) e palavras (escritas ou faladas) num mesmo recurso.

Richard E. Mayer é um psicólogo educacional estadunidense nascido em 1947. Estabeleceu sua base profissional na universidade da Califórnia onde trabalha desde a década de setenta. Seu trabalho está centrado nas teorias cognitivas e da aprendizagem que envolvem modernas tecnologias e ensino a partir das descobertas da psicologia cognitiva e neurociência, sobretudo a respeito da memória humana, elemento essencial em qualquer processo de aprendizagem. Estes campos de conhecimentos foram bastante elucidativos na década de oitenta do século passado, época das primeiras experiências de outro pesquisador, John Sweller, autor da Teoria da Carga Cognitiva – TCC.

Alguns conceitos tiveram sua adição necessária para se compreender o funcionamento da memória, como as memórias de longo prazo, de curto prazo, de trabalho e a memória sensorial:

> Uma forma tradicional de classificar a memória leva em conta a sua duração. Por essa classificação, haveria uma memória de curto prazo, ou de curta duração, encarregada de armazenar acontecimentos recentes, e uma memória de longo prazo, ou de longa duração, responsável pelo registro de nossas lembranças permanentes. Hoje, o avanço das pesquisas no campo da psicologia cognitiva e das neurociências permitiu traçar um quadro bem mais complexo, resultando no aparecimento de outras classificações que explicam melhor o funcionamento de nossa memória (COSENZA e GUERRA, 2011, p. 51).

Baddeley e Hitch (2010), consideram que:

> O termo memória de trabalho é usado com mais frequência para se referir a um sistema de capacidade limitada que consegue armazenar e manipular brevemente informações envolvidas no desempenho de tarefas cognitivas complexas, como raciocínio, compreensão e certos tipos de aprendizado. A memória de trabalho difere da memória de curto prazo na medida em que ela pressupõe o armazenamento e manipulação de informações e a ênfase em seu papel funcional na cognição complexa (Baddeley e Hitch, 2010, p.1).

Da memória operacional ou memória de trabalho dependemos a todo instante para desempenhar as tarefas do nosso cotidiano. Ainda acerca da memória de trabalho e da memória de longo prazo, Baddeley e Hitch esclarecem:

> A memória de trabalho é uma parte limitada da capacidade do sistema de memória humana que combina o armazenamento temporário e a manipulação da informação a serviço da cognição. Memória de curto prazo refere-se ao armazenamento de informações sem manipulação e, portanto, é um componente da memória de trabalho. A memória de trabalho difere da memória de longo prazo, uma parte separada do sistema de memória com uma vasta capacidade de armazenamento que contém informações de uma forma relativamente mais estável (Baddeley e Hitch, 2010, p.1).

Quer dizer que, na prática, se a pessoa julgar a informação como sendo importante ela poderá ser mantida por mais tempo, porém caso contrário ela será esquecida.

A memória sensorial ou imediata, para Cosenza e Guerra (2011, p. 52), que tem a duração de alguns segundos, corresponde apenas à ativação dos

sistemas sensoriais relacionados a ela. A memória sensorial nos permite o de dados imediatos por meio dos sentidos, como a temperatura ambiente ou de um objeto. No contexto multimídia os diagramas e texto escrito recebido pelos olhos sob a forma de imagens pelo canal visual e palavras ditas e outros sons recebidos pelo canal auditivo são retidos por este tipo de memória por um breve período de tempo. Esta é a suposição do canal duplo, tiradas a partir das pesquisas cognitivas. De acordo com a teoria do canal duplo, as informações que nos chegam são processadas por dois separados canais, o visual e o auditivo.

As pesquisas acerca do funcionamento da memória humana começaram a tomar corpo na década de sessenta do século passado, e já nos anos setenta começaram a surgir inúmeros resultados e pesquisas consequentes. A obra intitulada Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Mayer foi publicada em 2005 após fundamentar-se em sólidas bases empíricas e teóricas, como a TCC, fruto das pesquisas do psicólogo John Sweller e colaboradores, a partir da década de setenta. Souza (2010) investigou a origem da TCC e apurou:

> A Teoria da Carga Cognitiva começa a se delinear a partir de 1976, quando o psicólogo Australiano John Sweller inicia a investigação por meio de experimentos (SWELLER, 1976) de como a execução de tarefas complexas afeta a aprendizagem. Em 1982, ainda dentro dessa linha de pesquisa, buscando verificar como a resolução de problemas afeta a aprendizagem, Sweller, ao realizar uma experiência com seus alunos universitários, percebeu que os problemas de aprendizagem que havia observado eram causados por limitações da Memória de Curto Prazo (SWELLER; MAWER; HOWE, 1982) (SOUZA, 2010, p.18).

Visando minimizar os efeitos da memória de curto prazo, Sweller realizou investigações empíricas com estudantes que forneceram dados consistentes para que, em 1988, elaborasse a Teoria da Carga Cognitiva.

A Teoria da Carga Cognitiva objetiva o estudo das demandas da memória de trabalho. Assenta-se sobre duas ideias comumente aceitas. A primeira é que existe um limite para a quantidade de informações, verbal ou visual, que o cérebro humano pode processar ao mesmo tempo. A segunda é que não há limites estabelecidos para quantas informações podem ser armazenadas e processadas de uma só vez. Além desses limites é que se

manifesta a sobrecarga que passa a se constituir num óbice à capacidade de aprendizagem O objetivo desta teoria é desenvolver técnicas de instrução e recomendações que sejam compatíveis com as características da memória de trabalho de modo a maximizar a aprendizagem.

A carga cognitiva é a quantidade de atividade mental destinada à memória de trabalho, ou seja, é o esforço cognitivo propriamente dito. A Teoria da Carga Cognitiva descreve três categorias de carga:

▶ Carga Intrínseca – é aquela que envolve informações complexas, próprias do conteúdo e não determinada pelas ações do professor.

▶ Carga Estranha ou irrelevante – é aquela impregnada de elementos supérfluos que dificultam a aprendizagem pelo fato de que este aumento de carga inócua ocupa desnecessariamente a memória de trabalho. Está relacionada ao formato da apresentação do conteúdo e pode ser alterada posteriormente.

▶ Carga Relevante - é construída por meio de um conhecimento anterior o que, devidamente organizado, posteriormente facilita a aquisição de novos conhecimentos. É pertinente ao conteúdo. Foi descoberta com a colaboração de dois outros pesquisadores holandeses, Jeroen Van Merrienboer e Liesbeth Kester. Nas palavras de Van Merrienboer e Kester (2006):

> [...] a carga relevante é a carga que contribui diretamente para a aprendizagem, isto é, para a construção de estruturas cognitivas e processos que melhorem o desempenho do aprendiz (VAN MERRIENBOER, KESTER e PAAS, 2006, p. 344).

O que se deseja é que em qualquer processo de aprendizagem, as cargas intrínseca e estranha devem ser mantidas baixas, de modo a não sobrepor a capacidade de memória de trabalho. Nesse sentido, a Teoria da Carga Cognitiva busca também processos de redução da Carga Cognitiva Intrínseca e Estranha. A partir da proposição da Carga Cognitiva Relevante em 1998, as pesquisas passaram a ter como diretriz não somente a diminuição da Carga Cognitiva Estranha, mas também buscar aumentar a Carga Cognitiva Relevante (SOUZA, 2010).

Dos estudos sobre a carga cognitiva, suas causas e consequências, resultaram evidências baseadas em experimentos e não em suposições

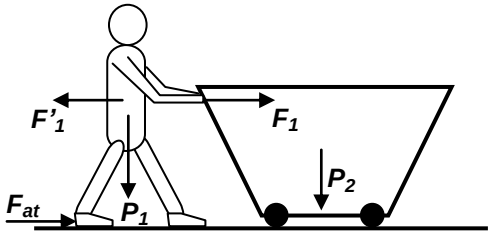
teóricas, sobre como mantê-la minimizada para que o aprendizado pudesse ser facilitado. Tais evidências permitiram a constatação de alguns fenômenos, denominados efeitos, como será visto a seguir.

▶ Efeito da Atenção Dividida

Foi explicado por Sweller em 1988. Para descrevê-lo, considere um material educativo constituído por duas fontes de informação separadas (figura e texto) num mesmo painel, em que tais fontes não são auto explicáveis, mas uma dá significado à outra. Para que o material seja eficaz em seus objetivos é necessário que tais fontes sejam integradas – fisicamente ou mentalmente – ou sinalizadas (com setas, por exemplo), pois demandará menos esforço cognitivo de modo a não ultrapassar as limitações de capacidade da memória de trabalho. A constatação experimental de que as pessoas aprendem mais eficientemente a partir de materiais instrucionais que são apresentados em formato integrado do que em formato não integrado é denominada de Efeito da Atenção Dividida (CLARK; NGUYEN; SWELLER, 2006 – Apud SOUZA, 2015, p. 13)

Para exemplificar o efeito da atenção dividida, é pertinente fazer uso aqui de um quadro envolvendo o tratamento de forças e as leis de Newton. Considere uma pessoa empurrando um carrinho sobre o solo horizontal, situação esta que será mostrada em duas exposições. Deseja-se representar algumas forças que participam deste sistema. Na figura 01 o formato de apresentação usado, normalmente verificado em textos e questões didáticos, é aquele em que as fontes correspondentes (uma exposição com texto e figura) não estão integradas nem sinalizadas. Nela a busca pelas fontes demanda maior esforço de atenção do que na forma apresentada na figura 02, caso este em que as fontes estão integradas e, portanto facilitará o processo de aprendizagem.

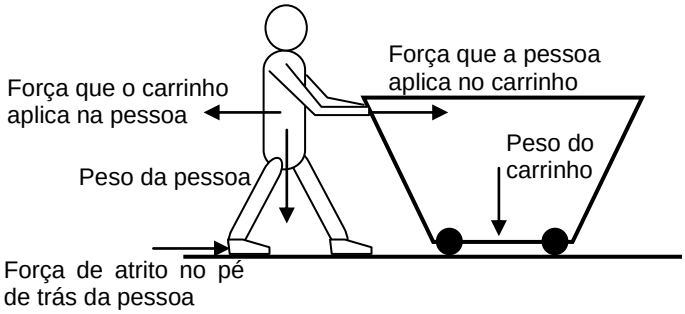
Figura 01. Textos não integrados à imagem



F₁: força que a pessoa aplica no carrinho.
F'₁: força que o carrinho aplica na pessoa.
P₁: peso da pessoa.
P₂: peso do carrinho.
Fₐₜ: força de atrito que o solo aplica no pé de trás da pessoa.

Fonte: Autor, 2017.

Figura 02. Textos integrados à imagem



Fonte: Autor, 2017.

O Efeito da Atenção Dividida será denominado de Princípio da Contiguidade na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Mayer.

▶ Efeito Redundância

Foi verificado por Chandler e Sweller (1991) e consiste no fato de que, quando uma primeira informação é praticamente repetida em formato diferente por uma segunda fonte, esta será considerada redundante, e deve ser evitada, já que experimentos mostraram que a junção de informações redundantes aumenta a carga cognitiva.

Sweller descobriu que o efeito da atenção dividida nem sempre era verificado nos materiais educativos. O importante não é simplesmente o ato de integrar as fontes de informações, mas sim as implicações em termos de carga cognitiva advindas desta integração.

> Quando ambas as fontes de informação fossem ininteligíveis isoladamente e tivessem que ser integradas ou mentalmente ou fisicamente para reduzir a Carga Cognitiva, a integração era considerada bem sucedida (CLARK; NGUYEN; SWELLER, 2006, p. 319).

Ao benefício proporcionado então pela remoção da informação redundante é que se denomina de Efeito da Redundância.

▶ Efeito Modalidade

O efeito modalidade foi explicado pela teoria da carga cognitiva em 1995. Ela explica como se processa a aprendizagem quando informações são destinadas ao aprendiz através de dois canais, auditivo e visual. Esse efeito vai ao encontro das descobertas acerca da memória de trabalho que a considera, portanto dividida em canais de armazenamento visual a auditiva.

Quando se impõe que uma pessoa execute duas tarefas simultaneamente, envolvendo a mesma modalidade, quer sejam ambas auditivas ou ambas visuais, o resultado será o esgotamento da capacidade da memória de trabalho. Por outro lado, verificou-se que a capacidade de armazenamento da memória de trabalho foi maximizada em razão de se usar nas duas tarefas, diferentes modalidades, uma auditiva e outra visual.

Segundo Mousavi, Low e Sweller (1995, p.319), algumas evidências de trabalhos recentes indicam a existências de canais diferentes na memória de trabalho, um para audição (verbal) e outra para a visual (especialmente pictórica). A partir de tais trabalhos, o efeito de modalidade mostra que a capacidade de memória pode ser ampliada quando se usam em apresentações múltiplos canais.

Conclusivamente pode-se acreditar que a aprendizagem é melhorada quando imagens são explicadas com áudio-narração comparadas à apresentação mediante imagens e texto.

> As pesquisas mostram que a eficiência cognitiva aumenta quando se substitui o texto escrito que acompanha um diagrama, pelo texto falado. A eficiência cognitiva conseguida em razão dessa substituição do texto escrito pelo texto falado é denominada de Efeito Modalidade. Segundo esse efeito, a aprendizagem é melhor quando os diagramas são explicados com áudio-Narração do que quando os diagramas são explicados com texto (SOUZA, 2010, p. 53)

Para estabelecer de maneira consistente sua teoria, Mayer, fundamentado em resultados de longas pesquisas educacionais de seus contemporâneos, apresentou alguns conceitos acerca da aprendizagem e de recursos didáticos multimídia que eram potenciais ferramentas para facilitar a aprendizagem. Primeiramente, para Mayer (2008), aprendizagem é:

> Em particular, a aprendizagem é uma mudança no conhecimento do aprendiz, que é atribuível à experiência. Aprendizagem depende do processamento cognitivo do aprendiz durante a aprendizagem e inclui (a) selecionar - atender às informações relevantes recebidas do material; (b) organizar - organizar o material recebido em uma representação mental coerente; e (c) integrar— relacionar o material recebido com os conhecimentos existentes na memória de longo prazo (MAYER, 2008, p. 761)

E o que vem a ser Aprendizagem Multimídia? Mayer (2008, p.761) considera que:

> Aprendizagem multimídia é aprender com palavras e imagens. As palavras podem ser texto impresso ou texto falado. As Imagens podem estar em formulário estático, como ilustrações, fotos, diagramas, gráficos ou mapas, ou em forma dinâmica, como animação ou vídeo (MAYER, 2008)

Baseados em evidências dos resultados de investigações pedagógicas suas e de outros pesquisadores contemporâneos, Mayer assenta em doze princípios uma visão geral de como a ciência da aprendizagem pode suportar os recursos multimídias, princípios estes geradores do que ele denominou de *design instrucional*. Para Mayer (2008, p.767) tais princípios demonstram a relação recíproca entre a ciência da aprendizagem e a ciência da instrução, sendo a instrução referente às manipulações do instrutor no ambiente e que destina-se a promover mudanças no conhecimento do aluno. Sobre o *design instrucional* e suas formas de processamento, Mayer ainda explica que:

> O desafio central do design instrucional é como incentivar os alunos a se envolverem em processamento cognitivo durante a aprendizagem, sem sobrecarregar a capacidade de processamento do plano verbal ou do canal pictórico. Os elementos-chave na ciência da instrução são (a) reduzir processamento externo - processamento cognitivo que não suporta o objetivo instrucional e é atribuível a um confuso design Instrucional; (b) gerenciar o processamento essencial — processamento cognitivo necessário para representar mentalmente o material recebido e que é atribuível à complexidade do material; e (c) promover o processamento gerativo — processamento cognitivo destinado a dar sentido à entrada material, incluindo organizá-lo e integrá-lo com conhecimento prévio (Mayer, 2005; Sweller, 1999) (MAYER, 2008, p. 762)

Já a Mensagem Instrucional Multimídia segundo definiu Mayer (2003) é:

> [...] uma apresentação consistindo em palavras e imagens que se destina a promover a aprendizagem significativa. Assim, há duas partes para a definição: (a) a apresentação contém palavras e imagens, e (b) a apresentação é desenhada para promover a aprendizagem significativa (MAYER, 2003, p.128).

Esta definição envolveu dois formatos: palavras e imagens. Todavia definições mais amplas de multimídia, para Mayer (2008), podem abordar outras formas como cheiro, tato, sons e música. O que a aprendizagem multimídia tem como promessa, segundo Mayer, é uma combinação de imagens e palavras de modo que seja promovida a aprendizagem mais profunda dos estudantes, comparada à aprendizagem apenas tradicionalmente verbal. Segundo Mayer (2003, p.127), operar com imagens dará ao professor a confiança de que as expressões de forma visual e verbal podem muito bem promover o entendimento e compreensão nos alunos.

Esta questão relacionada às formas verbal e visual de interação com a mensagem foi esclarecida por Mayer ao explicar como se trabalhar a aprendizagem multimídia. Ele se apoiou em três pontos sugeridos pelas pesquisas sobre a natureza da aprendizagem humana: o pressuposto do canal duplo, a hipótese de capacidade limitada, e a suposição de aprendizagem ativa.

> A suposição de canal duplo é que os seres humanos possuem informações distintas para representações visuais e verbais, e é derivado da pesquisa de Paivio (1986; Clark & Paivio, 1991) e Baddeley (1992, 1998). Por exemplo, animações são processadas no canal visual/imagens e palavras faladas (exemplo, narrativas) são processadas no canal auditivo/verbal. O pressuposto da capacidade limitada é que a quantidade de processamento que pode ocorrer dentro de cada canal de processamento de informação é extremamente limitada (Baddeley, 1992, 1998, Chandler e Sweller, 1991; Sweller, 1999; Merrienboer Van, 1997) (MAYER, 2003, p.129)

Tal limitação foi verificada porquanto os alunos eram capazes de ativar apenas uma frase da narração e cerca de dez segundos de animação – em caso de exposição de vídeo – a qualquer momento. Já a suposição da aprendizagem ativa está relacionada ao fato de que os alunos entram necessariamente em processamento ativo cognitivo, o que o faz prestar atenção no que há de mais relevante em termos de palavras e imagens, organizando-as mentalmente em representações verbais e por fim integrar essas representações verbais mentalmente com o conhecimento prévio. É o caminho potencial para levar à aprendizagem de forma significativa.

A seguir serão apresentados sucintamente os doze princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia propostos por Mayer (2005, p. 117-201) e que são essenciais para a elaboração de materiais instrucionais multimídia e terão grande importância na elaboração do produto educacional.

▶ **Princípio Multimídia ou da Representação Múltipla**: este princípio se apoia na convicção de que as pessoas aprendem melhor com palavras e imagens do que somente com palavras. De acordo com a teoria cognitiva de aprendizagem multimídia, as pessoas aprendem mais profundamente quando eles constroem conexões entre uma representação verbal e uma representação pictórica do mesmo material (MAYER, 2005, p. 117).

▶ **Princípio da Coerência**: este princípio sugere a necessidade de eliminar os materiais, como textos, imagens e áudios, que não guardem a devida coerência ou relação com os assuntos expostos. Tais materiais podem ser considerados irrelevantes e desnecessários, já que somente aumentam sobrecarga cognitiva (MAYER; FIORELLA, 2014). Isto quer dizer que quanto

mais objetiva e simples for a apresentação, menos carga cognitiva se associará à memória de trabalho visando o processamento de informação.

▶ **Princípio da Redundância**: informa que a redundância se manifesta quando a mesma informação é apresentada em múltiplas formas de maneira simultânea. Orienta que a informação supérflua ou em excesso é retirada do material instrucional. Essa informação redundante cria sobrecarga cognitiva na memória de trabalho, o que dificulta a aprendizagem.

▶ **Princípio da Contiguidade Espacial**: Este princípio informa que palavras e imagens relacionadas devem ser apresentadas próximas umas das outras para melhorar o processamento cognitivo. Assim o aprendiz organiza melhor as informações disponíveis de modo a relacioná-las de maneira mais facilitadora ao seu aprendizado.

▶ **Princípio da Contiguidade Temporal**: de acordo com este princípio, as palavras escritas ou narradas e suas imagens correspondentes além de estarem próximas, também devem ser apresentadas de maneira simultânea.

▶ **Princípio da Modalidade**: este princípio descreve um efeito de aprendizagem que ocorre quando uma apresentação de informações, que utiliza o modo visual e o auditivo, ou seja, animação e narração combinados, é mais eficaz do que outra que utiliza os modos animação e texto escrito. Com imagens e palavras escritas o canal visual fica mais sobrecarregado, e mediante os canais auditivo e visual a organização das informações fica melhor estabelecida e consequentemente a compreensão mais facilitada.

▶ **Princípio da Sinalização**: Informa como o uso de sinalizadores em recursos multimídias vai conduzir a atenção das pessoas para os elementos mais relevantes do material ou destacar a sua organização. São sinais, por exemplo, em setas, cores distintas, aumento no tamanho das palavras, zoom, etc. Este princípio afirma que a partir de um recurso multimídia usando sinalizadores as pessoas podem aprender mais profundamente.

▶ **Princípio da Segmentação**: este princípio sugere a divisão do conteúdo multimídia em partes ou segmentos. Considera-se que os alunos aprendem melhor a partir de um recurso multimídia segmentado. De acordo com Mayer (2005), a segmentação de um conteúdo multimídia permite que a informação seja processada a um ritmo adequado, diminuindo a sobrecarga cognitiva e possibilitando maior controle sobre esse conteúdo.

▶ **Princípio da Pré-formação**: este princípio afirma que, alunos têm maior capacidade de aprender conteúdos complexos quando os principais conceitos envolvidos são trabalhados com antecedência.

▶ **Princípio da Personalização**: Considera que a utilização do estilo formal de conversação em um recurso multimídia não favorece a aprendizagem. Neste sentido, este princípio afirma que a utilização de comentários em primeira e segunda pessoas colabora com o processamento da informação e a aprendizagem.

▶ **Princípio da Voz**: este afirma que a aprendizagem é favorecida quando se utiliza uma narração com voz humana.

▶ **Princípio da Imagem**: informa que a imagem pode fornecer o sentido de presença social. A adição de um personagem pode ser um elemento facilitador da aprendizagem, ao mesmo tempo, dependendo da quantidade de informações fornecidas com a imagem, também pode favorecer a sobrecarga cognitiva.

O que se pode depreender é que apenas receber palavras e imagens através do sistema sensorial não é suficiente para se construir o aprendizado, no máximo se consegue retenção. Sons e imagens apesar de interagirem na memória de trabalho devem ser processados, separando o que for mais relevante para a organização cognitiva das informações. Após a fusão dos modelos verbal e imagético e com a intervenção e consequente interação com o conhecimento prévio, tem-se o aprendizado estabelecido na memória de longo prazo.

Os estudos aqui descritos destacam que o importante no processo de aprendizagem é o modo formal como ela se processa, e as competências utilizadas, o modo cognitivo. As representações do material utilizado e as estratégias didáticas devem ser adaptadas ao aprendiz, estando relacionado estritamente ao que se deseja transmitir rumo ao aprendizado.

Resignamo-nos com o fato de que um método de ensino, seja ele qual for, por si só não resolve os problemas diagnosticados durante a aprendizagem. Porém se criados adequadamente certamente irá otimizar em grau maior ou menor, os resultados advindos no processo de aprendizagem.

As bases teóricas aqui relatadas estão no sentido ao destacar a eficácia dos recursos instrucionais, tanto na forma estrutural, quanto voltada ao desenvolvimento cognitivo, e que aprendizagem humana deve se assentar na aplicação de uma tecnologia que respeite os limites da aprendizagem e do funcionamento do cérebro humano. Na descrição do produto e na análise de resultados advindo de sua aplicação, será visto de que maneira estes princípios foram mais ou menos marcantes no processo de ensino e aprendizagem.

Este trabalho educacional, como qualquer plano ou projeto que se propõe a uma aplicação junto aos alunos, deve estar coerente com os anseios da sociedade. Tais anseios e também seus objetivos, são prescritos ou sugeridos por meio de instrumentos legais, o que será constatado no capítulo seguinte.

Capítulo 4
Amparo legal

Em apoio a qualquer perspectiva devemos nos pautar primeiramente no que dizem os documentos oficiais que recomendam com certa preocupação, não o conteúdo em si, mas de forma geral ou específica como o ensino deve ser oferecido à sociedade. Tais documentos já apontam cuidadosas prescrições, a começar pela a nossa Carta maior, a Constituição Federal de 1988 – CF 88 – ao garantir a educação voltada àqueles que por qualquer motivo não tenha levado à frente seus estudos na faixa etária normal, propiciando um apoio futuro ao preceituar:

> Art. 208. O dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de:
> I - educação básica obrigatória e gratuita dos 4 (quatro) aos 17 (dezessete) anos de idade, assegurada inclusive sua oferta gratuita para todos os que a ela não tiveram acesso na idade própria (BRASIL, 1988)

A Lei 9.394/96 ou Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBN -, marco divisório na história educacional brasileira, já havia desde então deixado aberto o caminho para que a aprendizagem de forma mais participativa por parte do aluno fosse estabelecida como uma diretriz a ser praticada pelos educadores do futuro. Em seu artigo 36, inciso II, aponta no sentido de que o currículo do ensino médio “adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes”.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN - ao versar sobre as áreas de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, apoiam também a necessidade de um ensino dotado de maior participação dos estudantes ao considera-lo como:

> Uma concepção assim ambiciosa do aprendizado científico-tecnológico no Ensino Médio, diferente daquela hoje praticada na maioria de nossas escolas, não é uma utopia e pode ser efetivamente posta em prática no ensino da Biologia, da Física, da Química e da Matemática, e das tecnologias correlatas a essas ciências. Contudo, toda a escola e sua comunidade, não só o professor e o sistema escolar, precisam se mobilizar e se envolver para produzir as novas condições de trabalho, de modo a promover a transformação educacional pretendida (BRASIL, 2000).

A disciplina Física é um componente que nos permite compreender grande parte, não apenas dos fenômenos naturais como também dos mecanismos tecnológicos produzidos pelo progresso humano. No entanto, no Ensino Médio como um todo, e temos que ter o necessário cuidado, ela não pode ser mostrada com um viés puramente tecnicista, como um conhecimento específico e acessível somente aos professores e físicos. Alerta os PCN que:

> Um Ensino Médio concebido para a universalização da Educação Básica precisa desenvolver o saber matemático, científico e tecnológico como condição de cidadania e não como prerrogativa de especialistas. O aprendizado não deve ser centrado na interação individual de alunos com materiais instrucionais, nem se resumir à exposição de alunos ao discurso professoral, mas se realizar pela participação ativa de cada um e do coletivo educacional numa prática de elaboração cultural (BRASIL, 2000).

Por fim, conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2000) fez-se urgente discutir uma readequação do nosso sistema de ensino e também da forma de pensar o ensino. Este documento sinalizou que os professores, aqueles ainda resistentes ou reticentes a mudanças procurassem a encarar o ensino sob um viés crítico, notadamente uma autocrítica no que diz respeito ao relacionamento com os alunos mostrando e aceitando as diversas formas e ritmos de aprendizagem praticando assim sua percepção como aprendiz e cidadão. Schneider (2015) conclui que:

> A partir de então, podemos dizer quer algumas modificações ocorreram em sala de aula; entretanto, parece-nos que essas mudanças estão mais atreladas mais ao conteúdo em si, não abordando, assim, a forma de ensinar. Isso não significa que esse fato não tenha sido importante: pensamos que a elaboração dos PCNs é um marco, mas é preciso ir além (SCHNEIDER, 2015 p.67).

Foi em 1974 durante a vigência da Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB - de 1971, que veio o primeiro reconhecimento oficial da educação voltada jovens e adultos, colocado em prática por meio do denominado ensino supletivo dirigido a uma formação rápida e com enfoque tecnicista. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei 9.394/96 – constitui-se no atual documento a prescrever a educação em todos os níveis inclusive para os que não tiveram acesso a ele na idade própria, passando o antigo supletivo a ser denominada Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Assim, reiterando apoio aos jovens e adultos, temos ainda o artigo 2º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional ao prescrever:

> A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1996).

Aqui se estampa primeiramente o ensino como preparo para o exercício da cidadania, ou seja, um amplo leque disponível a ser aproveitado pela escola e pelo professor mediante uma educação voltada para uma inserção social em todos os seus âmbitos, um ensino que deve ser dirigido à realidade do mundo, que deságua nas oportunidades de preparo também para o trabalho.

Já no artigo 3º da LDBEN, acerca dos princípios sob os quais o ensino deve ser ministrado, alguns incisos estabelecem como base:

> II – liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber;
> III – pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas;
> IX – garantia de padrão de qualidade;
> XI – vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais (BRASIL, 1996).

Tem-se neste artigo 3º um substancial apoio à iniciativa e criatividade pautada pela liberdade de aprender, ensinar e para a utilização de quaisquer meios voltados à pesquisa e concepções pedagógicas.

Sobre a educação de jovens e adultos (EJA) temos no artigo 4º do mesmo documento anterior, em alguns incisos, a seguinte recomendação feita ao Estado:

> VII – oferta de educação escolar regular para jovens e adultos, com características e modalidades adequadas às suas necessidades e disponibilidades, garantindo-se aos que forem trabalhadores as condições de acesso e permanência na escola;
> IX – padrões mínimos de qualidade de ensino, definidos como a variedade e quantidade mínimas, por aluno, de insumos indispensáveis ao desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem (BRASIL, 1996).

Tais incisos destacam a garantia de acesso à escola por aqueles que não concluíram seus estudos na idade própria para cada nível, o que passou a ser feito por meio do segmento denominado de Educação de Jovens e Adultos

(EJA) que tem contribuído enormemente para o prosseguimento dos estudos destas pessoas de forma gratuita, uma vez que antes de sua implantação, ao público era destinada tal forma de educação através da iniciativa privada, o ensino supletivo.

Nota-se ainda o apelo por um padrão mínimo de qualidade e de insumos indispensáveis à consecução do processo de ensino-aprendizagem, qualidade esta que exigida não apenas quanto às condições estruturais da escola, mas, sobretudo acerca dos materiais didáticos e metodologias de ensino. Este aspecto vem ao encontro do trabalho aqui relatado na medida em que, este não só corrobora com as ponderações oficiais como incentiva o professorado a buscar meios que proporcionem maior qualificação para suas atividades pedagógicas.

Em 2000, começou o processo de fundamentação, organização e regulamentação deste segmento educacional dando início à sua efetiva implementação. A EJA é destinada às pessoas que tiveram seus estudos interrompidos e passaram a busca-los depois dos dezoito anos de idade, formando então uma turma heterogênea em que as idades chegam até os quarenta anos ou até um pouco mais em alguns casos. São alunos oriundo das camadas sociais de baixa renda, a maioria com família constituída incluindo filhos. No turno da noite, os estudantes chegam à escola por volta das dezenove horas após um dia inteiro de trabalho em casa ou no emprego, e procuram assistência do poder público diante de suas demandas educacionais.

Segundo o parecer Nº 11/2000 do Conselho Nacional de Educação - CNE - (2000):

> A reentrada no sistema educacional dos que tiveram uma interrupção forçada seja pela repetência ou pela evasão, seja pelas desiguais oportunidades de permanência ou outras condições adversas, deve ser saudada como uma reparação corretiva, ainda que tardia, de estruturas arcaicas, possibilitando aos indivíduos novas inserções no mundo do trabalho, na vida social, nos espaços da estética e na abertura dos canais de participação (CNE, 2000, p. 226).

A Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação em sua Resolução nº 3 de 2010, Institui Diretrizes Operacionais para a Educação de Jovens e Adultos nos aspectos relativos à duração e idade mínima para ingresso nos cursos de Educação de Jovens e Adultos bem como a idade

mínima e certificação de seus exames. De acordo com esta Resolução, para o Ensino Médio, a duração mínima deve ser de mil e duzentas horas. O ensino médio é dividido em dois anos, sendo o primeiro denominado pelos sistemas de ensino em geral de primeira etapa, e o segundo e conclusivo ano sendo denominado de segunda etapa. Deve ser observado ainda que, em acordo com Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, a idade mínima para matrícula em cursos de EJA de Ensino Médio e inscrição e realização de exames de conclusão de EJA do Ensino Médio é dezoito anos completos.

Segundo o censo escolar, em 2017 o Brasil teve 3,6 milhões de alunos frequentando a EJA, número que aumentou após sensível queda desde 2013. Dentre esses alunos, 1,42 milhão são do ensino médio (BRASIL, 2018).

Tendo em vista o panorama em que se encontra a educação brasileira, respaldado por pesquisas acerca da situação estrutural e pedagógica do ensino brasileiro e exigida pela própria LDBEN, foi finalizada em 2018 o projeto final de reforma do ensino médio estampada em um documento denominado Base Nacional Comum Curricular – BNCC – após debates em todo o Brasil que proporcionaram sugestões e críticas. Tal documento já havia sido fecundado na LDB, que em seu artigo 26 direciona:

> Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (BRASIL, 1996).

A BNCC, um importante documento que irá nortear as práticas educacionais e políticas públicas voltadas para este século. Nela foi definida um conjunto de dez competências gerais que ultrapassam os limites dos conteúdos disciplinares. Na BNCC para o Ensino Médio (BRASIL, 2018), competência é definida como “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho”. Este documento elenca dez competências gerais esperadas da educação básica, e posiciono quatro delas com o número de ordem que trazem no referido documento:

> 1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
> 2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
> 4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
> 5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2018).

As dez competências estão em pleno acordo com as aspirações da sociedade para este século, e as quatro citadas satisfazem também ao que propõe este trabalho, pois a) utiliza um conhecimento desenvolvido historicamente, as Leis de Newton, e que explica a realidade do nosso mundo físico cotidiano com base em conhecimentos prévios teóricos e vivenciais do aluno; b) apresenta uma estratégia que suscita a qualidades próprias da ciência e da investigação, como a curiosidade, criatividade, imaginação, reflexão para analisar fatos e neles incidir alguma hipótese a ser averiguada; c) expõe diferentes linguagens, visual, sonora e digital para facilitar a aprendizagem; d) utiliza tecnologias eletrônicas e digitais não como meros instrumentos de uma pseudomodernidade na consecução das aulas, mas com critério técnico, no caso aqui abordado, uma porta aberta para a teoria cognitiva multimídia de Mayer.

Apontando no mesmo sentido, todas elas objetivam criar um ambiente propício ao ensino e aprendizagem participativo, aberto ao pensamento lógico, à discussão e comunicação entre seus pares e o professor, comportamento esses típicos da aprendizagem ativa.

A respeito do ensino médio a LDBEN também prescreve uma educação em que o aluno seja um partícipe de sua formação, em seu artigo 35, inciso III, ao deixar claro que “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do

pensamento crítico” (BRASIL, 1996). A esse respeito, as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (2013) apregoa que:

> Eles são sujeitos plenos de possibilidades de diálogo, de interlocução e de intervenção. Exige-se, portanto, da escola, a busca de um efetivo pacto em torno do projeto educativo escolar, que considere os sujeitos-estudantes jovens, crianças, adultos como parte ativa de seus processos de formação (BRASIL, 2013).

Está claro que não podemos tratar nossos alunos como uma massa indistinta, uniforme, mediante aulas padronizadas por regras didáticas, essas que no presente ainda persistem em manter o aprendiz um ser submisso, apático, sem participação durante as aulas e no cotidiano escolar. O ato de ensinar requer uma inovação continuada, a cada dia. Dada a possibilidade de se trabalhar no ensino com tecnologia, de ser criativo e fazer algo diferente por si só já deve ser visto como motivação para que também o professor se sinta estimulado. Neste quesito, é comum nos depararmos com relatos de professores, mais numerosos acerca das dificuldades comparadas às facilidades, no trabalho docente com os estudantes da EJA.

Comumente destaca-se que a alta idade, fora do limite de seu ciclo e também a grande diferença etária entre os alunos mais novos e os de maiores idades geram um ambiente propício às trocas de experiência e conhecimentos, ainda que espontâneos. Este caso, para outros tantos professores é tido como um fator de facilitação do aprendizado, haja vista que a experiência e as conduta em sala de aula daqueles em maior faixa etária, muitos até pais e mães, servem como exemplo e referência de comportamento, uma vez que as relações entre eles proporciona uma socialização edificante para os alunos mais novos. Nesse sentido, pensa Barcelos (2012):

> “Esta constatação é um exemplo de como podemos transformar um fator tido, costumeiramente como adverso em algo que seja benéfico para o processo de aprendizagem. Ora, os conteúdos e sua forma de organização são os mesmos, independente das idades dos educandos, quando estes cursam o mesmo nível, ciclo ou série. Com isto pode-se concluir, por exemplo, que a questão não é a de organização curricular, mas, sim, de nossa relação e/ou de nossas práticas pedagógicas desenvolvidas com os educandos” (BARCELOS, 2012, p. 62-63).

Para uma melhor preparação para a educação no século que se aproximava, em 2009 o Ministério da Educação apresentou alguns direcionamentos num documento denominado Ensino Médio Inovador, no qual indicava intencionalidades em que se configuram muitos aspectos voltados para uma educação pautada pela aprendizagem ativa, criativa e mediante uso de modernas tecnologias e avaliação na qual se valorizam as atitudes do aprendiz. São elas:

> ● Contemplar atividades integradoras de iniciação científica e no campo artístico-cultural;
> ● Incorporar, como princípio educativo, a metodologia da problematização como instrumento de incentivo a pesquisa, a curiosidade pelo inusitado e o desenvolvimento do espírito inventivo, nas práticas didáticas;
> ● Promover a aprendizagem criativa como processo de sistematização dos conhecimentos elaborados, como caminho pedagógico de superação a mera memorização;
> ● Promover a valorização da leitura em todos os campos do saber, desenvolvendo a capacidade de letramento dos alunos;
> ● Fomentar o comportamento ético, como ponto de partida para o reconhecimento dos deveres e direitos da cidadania; praticando um humanismo contemporâneo, pelo reconhecimento, respeito e acolhimento da identidade do outro e pela incorporação da solidariedade;
> ● Articular teoria e prática, vinculando o trabalho intelectual com atividades práticas experimentais;
> ● Utilizar novas mídias e tecnologias educacionais, como processo de dinamização dos ambientes de aprendizagem;
> ● Estimular a capacidade de aprender do aluno, desenvolvendo o autodidatismo e autonomia dos estudantes;
> ● Promover atividades sociais que estimulem o convívio humano e interativo do mundo dos jovens;
> ● Promover a integração com o mundo do trabalho por meio de estágios direcionados para os estudantes do ensino médio;
> ● Organizar os tempos e os espaços com ações efetivas de interdisciplinaridade e contextualização dos conhecimentos;
> ● Garantir o acompanhamento da vida escolar dos estudantes, desde o diagnóstico preliminar, acompanhamento do desempenho e integração com a família;
> ● Ofertar atividades complementares e de reforço da aprendizagem, como meio para elevação das bases para que o aluno tenha sucesso em seus estudos.
> ● Avaliação da aprendizagem como processo formativo e permanente de reconhecimento de saberes, competências, habilidades e atitudes;
> ● Ofertar de atividade de estudo com utilização de novas tecnologias de comunicação. (BRASIL, 2009)

Nesse cenário estabelece-se então ações voltadas plenamente à aprendizagem ativa. As leis de Newton, suas definições, consequências e

pertinência quanto à aprendizagem dessa forma e contexto serão tratados no próximo capítulo.

Capítulo 5
As Leis de Newton do movimento

5.1 Descrição das Leis de Newton

As leis de Newton do movimento, são assim conhecidas as conclusões de Isaac Newton acerca do repouso e movimento dos corpos no mundo com o qual interagimos. Foram publicados em 1687 na primeira edição da obra *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, numa época em que a ciência amadurecia e dava grandes contribuições ao conhecimento humano.

Newton em seus estudos conseguiu sintetizar mediante argumentos filosóficos e matemáticos e de maneira bem consistente, a natureza próxima ao homem, quer dizer, os fatos do cotidiano e também o que se passa com os corpos celestes, edificando a mecânica clássica. Portanto, ainda em um mundo de grandes aplicações da tecnologia a física de Newton continua válida.

Sua obra alcança todos os fenômenos e eventos que ocorrem na natureza e também aqueles produzidos pelo conhecimento humano e que dele fazemos uso no dia a dia. A queda de uma fruta de uma árvore, a trajetória de uma bola após ter sido chutada por um jogador, o impulso dado a um foguete para vencer a atração gravitacional, por exemplo, são estudados com auxílio das leis de Newton.

A grande preocupação de Newton residia na busca da descrição do movimento de um corpo (matéria) como consequência da força que nele age, ou ainda no caso em que o corpo não esteja sob ação de qualquer força, o que de fato conseguiu.

Primeiramente Newton, na definição I da citada obra, diz o que hoje se considera massa: “a quantidade de matéria é a medida da mesma, obtida conjuntamente a partir de sua densidade e volume” (Newton, 1990, p.1). É oportuno salientar que o conceito de massa não se limita apenas à quantidade de matéria, tendo sido reformulado ao longo do tempo para uma descrição mais precisa. Em sua definição IV, acerca de força, diz: “uma força imprimida é uma ação exercida sobre um corpo a fim de alterar seu estado, seja de repouso, ou de movimento uniforme em linha reta” (Newton, 1990, p.3). Quanto ao tratamento dado à inércia, Newton, baseado no que havia proposto Galileu,

informa em sua definição III: “A vis insita, ou força inata da matéria, é um poder de resistir, através do qual todo o corpo, estando em um determinado estado, mantém esse estado, seja ele de repouso ou de movimento uniforme em linha reta” (Newton, 1990, p.2). Aqui estão as bases conceituais para que Newton propusesse as três leis ou axiomas do movimento.

Assim Isaac Newton propôs:

> Lei I: Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele.
> Lei II: A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.
> Lei III: A toda ação há sempre oposta uma reação igual, ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas (Newton, 1990, p.15-16).

Nos textos escolares as definições e leis de Newton são expressas de uma forma mais didática em alguns aspectos, como a interpretação de massa, força e inércia. Encontramos em Ramalho et al (2015), Torres et al (2016) e Luz et al (2017), que inércia é a propriedade da matéria a resistir a qualquer variação em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a tal da *vis ínsita* ou força inata da matéria, como havia dito Newton. Assim, de acordo com a lei I, para “vencer” a inércia de um corpo é preciso nele aplicar uma força. Já a força descrita por Newton representa o seu conceito com base no seu efeito dinâmico. Há também que se considerar o efeito estático, que vem a ser o fato de uma força também provocar deformação de um corpo (Torres et al, 2016, p. 102). Em relação à conceituação de massa:

> Em sua obra *Diálogos sobre os dois máximos sistemas do mundo*, Galileu afirma que massa é um conceito primitivo, que não pode ser definido com base em outros conceitos. Desse modo, o mais próximo que poderíamos chegar de uma definição de massa seria dizer que massa é medida da inércia de um corpo (Torres et al, p.98, 2016).

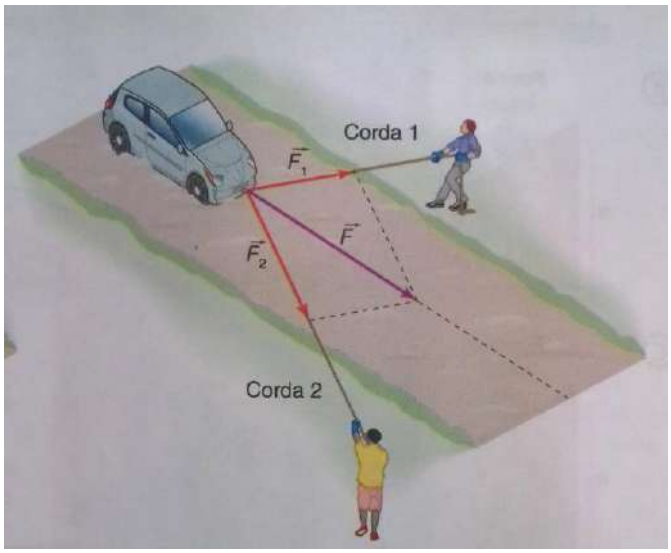
Cabe aqui registrar que em termos operacionais a medida de massa tem sido feita, até 2018, por meio da comparação com o quilograma-padrão, que é a massa de um cilindro de platina e irídio de 3,9 cm de altura e 3,9 cm de

diâmetro, mantido no Instituto Internacional de Pesos e Medidas, na França (Ramalho et al, 2015, p.196). Neste ano de 2018 iniciaram-se estudos por parte da comunidade internacional de cientistas visando a reformulação de alguns padrões de medida. O padrão de massa está incluído, pois desde que foi criado, em 1889, inevitavelmente perdeu 50 microgramas (G1, 2017), ou seja, já não é mais o quilograma-padrão. Assim, a partir de 2019, a padronização de massa será feita mediante parâmetros eletromagnéticos, evitando tal equívoco.

Não se pode versar acerca das leis de Newton sem descrever dois outros importantes conceitos, a força resultante e o referencial inercial. Isaac Newton disso se incumbiu, em seu corolário I: “um corpo, submetido a duas forças simultaneamente, descreverá a diagonal de um paralelogramo no mesmo tempo em que ele descreveria os lados pela ação daquelas forças separadamente” (Newton, 1990, p.17). Neste caso a referida diagonal é justamente a direção da força resultante $\vec{F}$ (figura 03), que produz efeito igual ao das forças individuais.

Quando várias forças agirem em um corpo, a força resultante será a soma vetorial das componentes individuais do sistema: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots \vec{F}_n$

Figura 03. Resultante de um sistema de forças



Fonte: Torres et al, 2016, p.95.

A questão do referencial inercial se faz necessária, pois a partir dele o observador irá tirar suas impressões acerca de um evento físico baseado na

mecânica de Galileu e Newton. Tal referencial é um ponto que deverá estar em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

Há muita dificuldade em se determinar um referencial com esta exigência e de modo absoluto, pois um referencial pode estar em repouso para um observador, mas não para outros. Muitas vezes um ponto de referência é tido como inercial durante um processo limitado ou intervalo de tempo limitado. Por exemplo, a queda de um objeto do topo de um edifício de 20 andares pode ser muito bem analisada por um observador parado no solo térreo caso queira determinar a velocidade de impacto no solo. Isto porque o tempo de queda é bem menor que as 24 horas de rotação da Terra, e assim o deslocamento por rotação da Terra, muito pequeno durante o tempo em que o objeto caiu, não afetará a análise do fenômeno dentro da precisão que normalmente se exige da velocidade de um objeto macroscópico. Mesmo Newton na tentativa de buscar um referencial inercial demonstrou sua decepção.

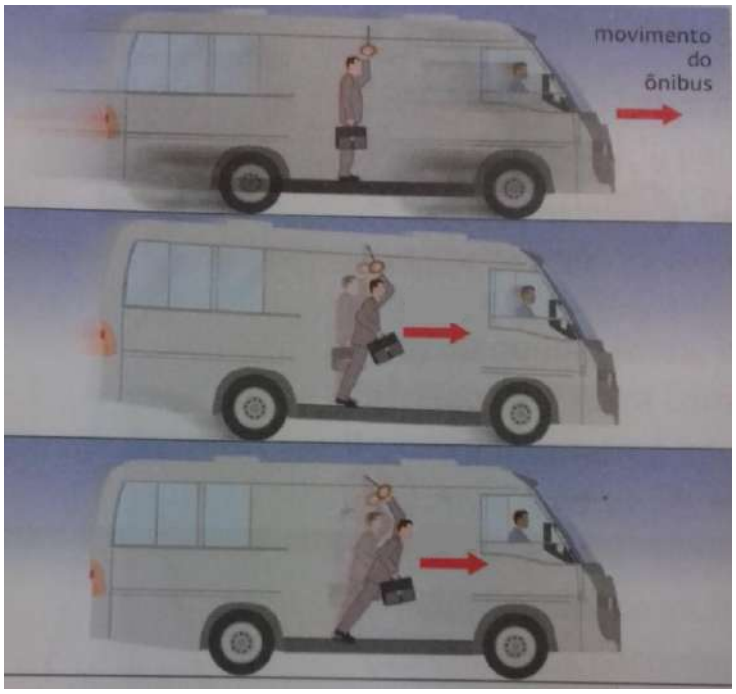
> E, portanto, é possível que nas regiões remotas das estrelas fixas, ou talvez muito além delas, possa haver algum corpo em repouso absoluto; mas como é impossível saber, a partir das posições dos corpos uns com relação aos outros nas nossas regiões, se qualquer deles mantém a mesma posição com relação àquele corpo remoto, conclui-se que repouso absoluto não pode ser determinado a partir da posição dos corpos nas nossas regiões (NEWTON, 1990, p. 10-11).

A seguir serão mostradas as leis de Newton como em geral são atualmente estampadas nos textos didáticos de nível médio. Para Luz et al (2017):

● **Primeira lei de Newton** (Lei da inércia de Galileu) - Na ausência de forças, um objeto em repouso continua em repouso e um objeto em movimento move-se em linha reta com velocidade constante (Luz et al, 2017, p.87).

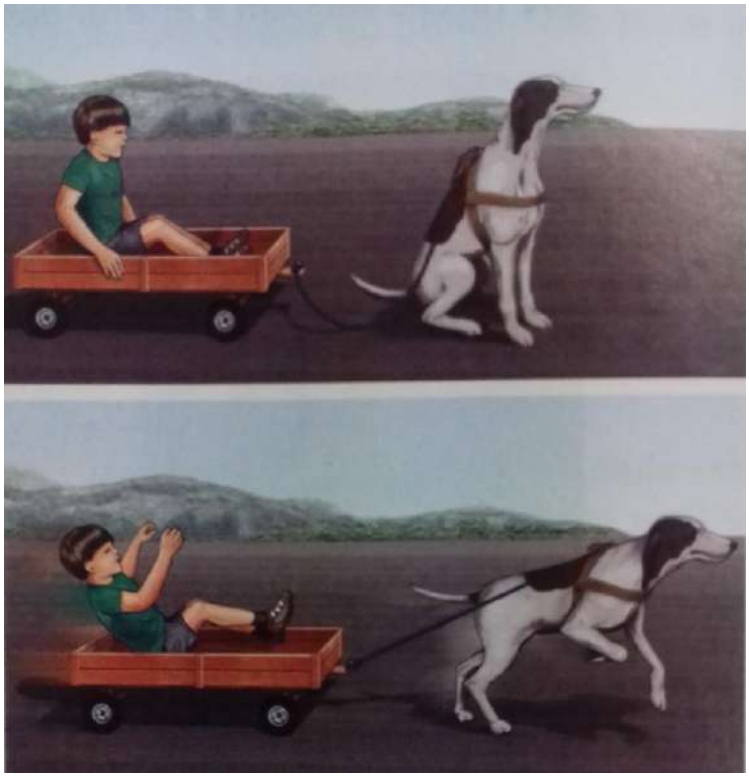
As figuras 04 e 05 exemplificam duas situações em que se constata respectivamente a inércia de movimento e a de repouso de um corpo.

Figura 04. Constatação da inércia de movimento



Fonte: Luz et al, 2016, p. 86.

Figura 05. Constatação da inércia de repouso

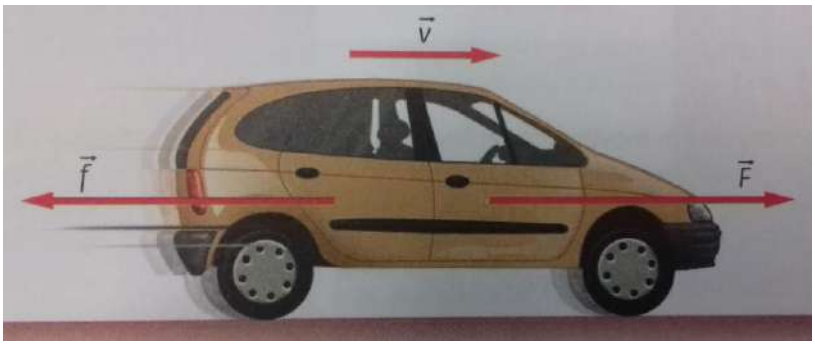


Fonte: Ramalho et al, 2015, p. 200.

● **Segunda lei de Newton** - A aceleração que um objeto adquire é diretamente proporcional à resultante das forças que atuam nele e tem a mesma direção e mesmo sentido dessa resultante. A expressão $\vec{F}_R = m.\vec{a}$ é a expressão matemática da segunda lei de Newton (Luz et al, 2017, p.115).

A figura 06 mostra um automóvel em movimento. Ele está submetido a duas forças na direção do movimento, a força motora $\vec{F}$ e a força de resistência do ar, $\vec{f}$. Em quanto a força motora for maior que a resistência do ar, a resultante será para frente, no sentido do movimento, e a velocidade (v) aumentará indicando a existência da aceleração. Caso contrário, se a resistência for maior, quando por exemplo, o motorista deixa de pressionar o acelerador do veículo, sua velocidade irá diminuir, indicando também a existência de uma aceleração, por vezes denominada de aceleração retardadora.

Figura 06. Forças na direção do movimento de um veículo

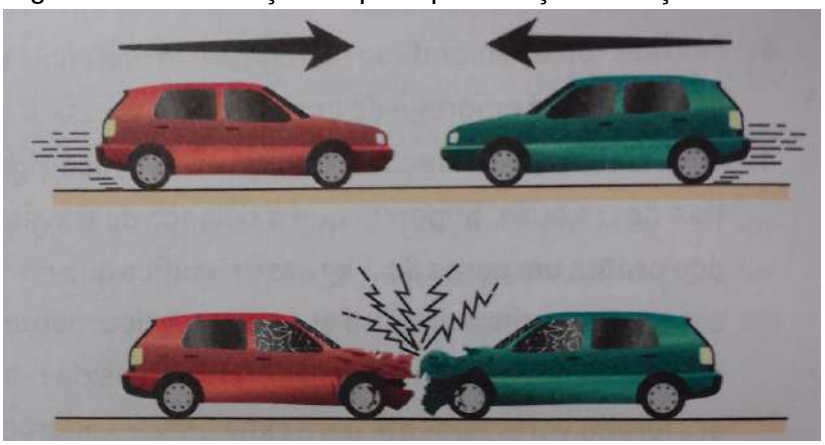


Fonte: Luz et al, 2016, p. 89.

● **Terceira lei de Newton** (Lei da ação e reação) - A toda força de ação corresponde uma de reação, de modo que essas forças têm sempre mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos, estando aplicadas em corpos diferentes (Doca et al, 2013, p.91).

A figura 07 mostra uma ilustração para esta lei, ou princípio da ação e reação.

Figura 07. Constatação do princípio da ação e reação



Fonte: Doca et al, 2013, p. 116.

Temos aqui então as três leis de Newton de que trata este trabalho e que é o objetivo maior para o desenvolvimento do produto educacional.

5.2 Por quê o ensino de leis de Newton

Se ensinar Física em todos os níveis já é desafiador, no Ensino Médio também não se mostra tão confortável para o professor ou para o aluno. Os relatos dos alunos sucedem-se a cada ano, quando dizem que a Matemática (Mesquita e Resende, 2013; Silveira, 2011) e a Física (Moraes, 2009; Menegotto e Rocha Filho, 2008) são as disciplinas de mais difícil acesso. Grande parcela de culpabilidade reside na maneira como a disciplina é ministrada, de maneira abstrata, mecanicamente e sem ligação com o cotidiano, ou seja, sem significado para o aluno.

É neste contexto que as Leis de Newton podem ser estabelecidas, por um lado, tendo como elemento catalisador do aprendizado no cotidiano, o mundo que o estudante na contemporaneidade está vivenciando com suas ações e atividades nas quais as estes conceitos físicos estão presentes.

As leis de Newton versam com maestria acerca do comportamento dos fenômenos macroscópicos, quer dizer, sobre os fatos que por nós são testemunhados na vida diária. Didaticamente elas dão condições ao aluno de se alimentar de princípios teóricos que, bem sedimentado em sua estrutura cognitiva, dará a ele maiores condições de enfrentar desafios de ordem analítica já que darão boa sustentação à consecução dos cálculos durante a análise do fenômeno proposto.

Nas soluções analíticas, em Física, Veit et al (2002, p.177) afirmam que muito tempo é consumido em sua solução matemática, não no seu equacionamento.

Pode-se tematizar as leis de Newton nos esportes, na tecnologia acerca do funcionamento de automóveis, aviões e foguetes, em parques de diversões, em construção civil, em academias de fisiculturismo, enfim, em tantos ramos de atividade que, se torna impossível não relacionar as Leis de Newton do movimento com a nossa vida. Temos aqui então inúmeras possibilidades que estimulam a percepção de leis da natureza tão deslumbrantes que consequentemente estimulam e facilitam o aprendizado. Caminhando um pouco além, temos aqui uma oportunidade de articular as leis de Newton não apenas com um viés técnico ou mecanicista, mas descortinando uma visão mais ampla de mundo, em suas expressões histórica, humana e cultural de uma época de grandes iluminações – o Renascimento Científico-cultural – e seus reflexos na sociedade moderna atual.

> 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, 2002).

Vale anotar que a exposição do tema e a estratégia de ensino e aprendizagem aqui trabalhados, encontram-se imbuídas num propósito de apresentar a ciência como construção técnica e histórica. No seu bojo empreende-se o aprendizado diante de um conjunto de competências: representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sociocultural (BRASIL, 2002). A representação e a comunicação estão contextualizadas com as linguagens e códigos característicos da Física. A investigação e compreensão são caracteres inerentes a qualquer ciência e contextualização sociocultural nos remete ao ambiente humano-histórico no qual se encontra a gênese das Leis de Newton.

Os conceitos e operações advindas das leis de Newton são conhecimentos que, uma vez internalizado p elos estudantes, lhes darão um norte na física, uma vez que em outros ramos terminarão por utilizá-las, seja teoricamente ou analiticamente. Assim, abrem-se portas para o entendimento de toda a mecânica dos sólidos e dos fluidos, termodinâmica, eletricidade e, sem dúvida, as noções de relatividade moderna.

Conclusivamente, constata-se que o aprendizado de Leis de Newton torna-se imperativo no início do ensino médio e de forma marcante e significativa, pois seus conceitos e princípios ecoarão num futuro a curto prazo na vida do estudante.

Capítulo 6
Metodologia

Neste capítulo será relatado o percurso metodológico para a elaboração do produto educacional de que trata esta dissertação. Desde a identificação do problema diagnosticador que ensejou a justificativa para uma mudança atitudinal acerca da prática do ensino de física na escola em questão, até os resultados colhidos com a aplicação do produto, mostraremos não só aspectos técnicos, mas também os sociais, tendo em vista tratar-se de uma escola pública, hoje um emblema nítido dos diversos problemas por quais passa nossa sociedade como um todo.

A pesquisa empreendida foi do tipo qualitativa quanto à abordagem e aplicada quanto à natureza, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos e envolve verdades e interesses locais (Silveira e Córdova, 2009, p. 31-35). A pesquisa bibliográfica, inicialmente exploratória e posteriormente seletiva, destinou-se às obras impressas e digitalizadas principalmente para o referencial teórico, e a pesquisa documental acerca dos preceitos legais vigentes. Durante a aplicação do produto foi utilizado também como instrumento de pesquisa a observação direta, que segundo Gil (2002, p. 55) é desenvolvido por meio da observação das atividades do grupo estudado.

6.1 A escola e os alunos

O primeiro passo para concretização deste trabalho foi a escolha da escola em que seria feita a aplicação da ação pedagógica. O trabalho foi desenvolvido com alunos da EJA, período noturno, na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Maroja Neto localizada em Belém (PA), em um bairro próximo ao centro da cidade. Apesar da localização é um bairro de moradores em sua maioria de baixo perfil econômico.

Os alunos são predominantemente trabalhadores, donas de casa, que após deixarem o expediente em seus empregos ou residência se dirigem para a escola. Nela o lanche é oferecido no início do turno. Devido ao tempo decorrido no transporte é uma rotina o atraso para o início da primeira aula,

que raramente se faz no horário normal. O índice de evasão é consideravelmente alto, sendo observado que turmas que começam o ano letivo com 28 alunos terminam o ano com 16 alunos.

A escola conta com um laboratório de informática com projetor de imagens e vários computadores, que desde o comunicado deste trabalho à Diretora foi feito o agendamento por ela e pelo responsável pelo laboratório. Nesta escola leciono há nove anos com alunos de uma faixa etária média de trinta anos.

A escola possui cinco turmas da EJA para o ensino médio, iniciando às 19:00 horas, tendo cada tempo de aula duração de trinta e cinco minutos, o que resulta em setenta minutos cada encontro de trabalho semanal. Três dessas turmas são de primeira etapa – referente ao primeiro ano do ensino médio regular e metade do segundo ano – da EJA, de modo que a atividade foi realizada em 2017, tendo a turma uma quantidade máxima de 17 alunos.

Vários motivos me impulsionaram para a escolha desta escola. Primeiro pela experiência há anos lecionando para este segmento educacional. Por outro lado a escolha objetivou trabalhar com um público situado fora do seu ciclo regular educacional o que se tornou um desafio para verificar se um determinado processo de ensino lhes seria eficaz. Queria também fugir do discutível “clichê” ainda hoje disparado por muitos professores ao dizerem que ensinar para aluno bom é muito fácil. Para além destes motivos também o desejo de contribuir para melhorias na autoestima dos alunos e no ensino público em nosso país.

6.2 A escolha do tema

O tema a ser trabalhado, Leis de Newton, justifico sua escolha como foi relatado na seção 5.2, pela importância deste conteúdo para o ensino médio da educação básica. Compreendidas as leis de Newton pelos alunos, abre-se caminho para um aprendizado também eficaz de cinemática, leis da conservação, gravitação universal, dinâmica e estática dos fluidos, teoria cinética dos gases, termodinâmica, eletrostática, eletromagnetismo, relatividade etc. Além disto, este tema é mais suscetível às conexões com o cotidiano das pessoas, o que facilitaria o a compreensão dos conceitos e o

consequente aprendizado. Por outro lado, seria uma forma de colocar frente a frente às ideias pré-concebidas das grandezas físicas a partir do cotidiano empírico dos alunos, com as descrições científicas dessas mesmas grandezas. Convém ressaltar que a escolha do tema foi pensada também devido à insuficiência demonstrada pelo livro texto adotado sobre deste assunto.

6.3 A turma

O nível escolhido foi o da primeira etapa do ensino médio, trabalhando com uma turma no turno da noite para as realizações das ações pedagógicas, em 2017 durante o segundo bimestre. Cabe lembrar que o calendário escolar é atrasado em relação ao das escolas particulares devido a greves ocorridas em anos recentes aqui neste estado.

A justificativa para a aplicação em uma turma vem a ser apenas quanto à adequação ao horário de aula. O horário estabelecido para a aula situa-se no terceiro e quarto tempo, iniciando-se às 20:10 h para que se tenha em sala a maioria dos alunos já presentes. Muitos alunos moram no bairro, porém se dirigem à escola após o trabalho e enfrentam dificuldades para chegar às 19:00 h. Outro problema é que nos dois últimos horários vários alunos vão embora, por desestímulo, cansaço ou por morarem em outros bairros.

Na semana anterior à aplicação da atividade houve uma conversa com os alunos sobre a nova forma de apresentar os conteúdos, por meio de apresentação de vídeos, esclarecendo que não se tratava de filmes, documentários ou vídeo-aulas, o que desde então já os deixou bastante ansiosos. Foi informado o objetivo da aula bem como a sua importância para uma melhor compreensão sobre o que representa a física no cotidiano, e que por isso a atenção e a participação de todos seriam fundamentais para o sucesso da atividade.

Capítulo 7
O produto educacional

7.1 Introdução

Esta Dissertação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física culmina com a apresentação de um produto educacional destinado a qualquer educador que intencione promover a aprendizagem de Física por meio de uma ação pedagógica que destoa da aula tradicional. Foi pensado e elaborado dentro de um contexto das expectativas dos alunos diante de um mundo que rapidamente se transforma e que demanda da escola e do professor modernos métodos de ensino que ativam o interesse e a participação do aluno.

Trata-se este produto, de um instrumento desenvolvido para o ensino de Leis de Newton por meio de vídeos reais, planejado na forma de um roteiro para a atividade em sala de aula. A princípio o produto foi planejado para ser aplicado, devido às suas características, em turmas da primeira etapa do segmento de Educação de Jovens e Adultos de uma escola pública, porém pode ser verificada sua pertinência voltada para turmas de ensino médio regular, dos alunos que estão na idade própria do ensino médio.

O trabalho que aqui é proposto é destinado aos educadores em geral, professores que poderão dele fazer uso em qualquer momento de seu período letivo que considerar oportuno. É também sugerido aos gestores e coordenadores de escolas - públicas ou privadas - que queiram incentivar a utilização desta forma de ensino e aprendizagem ao seu corpo docente, uma vez que concorda não somente com as predições teóricas referenciais acerca do ato de educar e ensinar como também com os direcionamentos e sugestões apresentadas nos documentos oficiais vigentes.

7.2 A estratégia didática

Planejar uma atividade de ensino e aprendizagem é fundamental para quem ambiciona alcançar resultados construtivos na busca pelos objetivos definidos. Assim foi feito um planejamento que inclui alguns roteiros de aula com procedimentos necessários à consecução dos objetivos propostos neste trabalho por uma via que não seja uma aula verbalizada apena pelo professor.

Dentre vários modelos e técnicas de intervenção ativa propostas atualmente, qualquer delas pode ser escolhida e planejada.

A estratégia didática buscada foi a Aprendizagem Ativa na modalidade “cabildo abierto” ou, em tradução livre deste autor “audiência aberta”, por destacar uma perspectiva de aprendizagem construída a partir de um posicionamento de permanente atividade do aluno, pois na medida em que participa, desenvolve habilidades de comunicação, de síntese de raciocínio, de elaboração de argumentos e hipóteses, conclusões, e tantas outras que o coloca no caminho da aprendizagem e do crescimento cognitivo. Inforsato e Santos (2011) assim orientam:

> O aprendizado é uma atividade que envolve motivação para que haja o interesse em aprender e para que haja o esforço que a tarefa demanda, é preciso então que as técnicas escolhidas e os procedimentos de ensino do professor sejam suficientes para que essa dinâmica da aprendizagem seja verificada. As técnicas por si próprias não sustentam uma aprendizagem ativa. Por outro lado, uma orientação pela aprendizagem ativa permite que a técnica funcione. Nesse sentido, não há condenação de técnicas de modo apriorístico. (INFORSATO E SANTOS, 2011, p. 94-95).

7.3 Audiência aberta

A estratégia de intervenção voltada à Aprendizagem Ativa a ser vivenciada em sala de aula é denominada *Cabildo Abierto*, em que uma tradução livre é Audiência Aberta. Por meio dela pode-se trabalhar um ou mais temas de cada vez com a turma sem a necessidade de formação de grupos. Seu objetivo é suscitar a aprendizagem incentivando a discussão e a argumentação, permitindo também um exercício meta-cognitivo ao fim da atividade (Silberman, 2006). Para cada tema pode ser planejada uma duração de setenta a noventa minutos, em geral o tempo disponível para uma aula. Este modelo é contra indicado para turmas com grande quantidade de alunos, pois poderá ser ultrapassado o tempo destinado ao tema, ou favorecer uma fuga ao tema derivando explicações sem fundamento devido às discussões paralelas por falta de controle nos debates.

Esta atividade tem a seguinte indicação de desenvolvimento:

- Objetivo: Aplicar conhecimento, incentivar discussão e argumentação.
- Tempo: 30 a 45 minutos.

● Prós: Permite que todos os alunos participem, desenvolvendo competências comunicação e pensamento crítico. Permite um exercício meta-cognitivo.
● Contras: se uma classe for muito grande, pode não ser aplicável devido à insuficiência de tempo. Se os alunos não internalizam o material exposto pode derivar em opiniões sem fundamento.

Os procedimentos adotados, para a consecução deste método de aprendizagem ativa, com base em Silberman (2006, p. 101), constam no apêndice.

7.4 Recursos materiais

Uma das dificuldades encontradas à consecução de uma atividade pedagógica em escolas públicas, como já relatado na dissertação, é a carência de recursos pedagógicos materiais. Para este produto foi então planejado um método que utilizasse recursos já disponíveis na escola e que não demonstrasse grande complexidade tecnológica.

Os recursos então planejados são poucos e de fácil manuseio por parte do professor (figura 08). São eles:
● Projetor de imagens (conhecido como *data show*).
● Computador (de mesa ou notebook)
● Tela branca para a projeção das imagens (em sala de aula poderá ser usado o quadro branco lá existente caso seja apropriado).
● Dispositivo de armazenamento digital: Pen drive ou a memória interna do computador com os vídeos gravados.
● Gravador digital ou smartfones com essa função.

Figura 08. Recursos materiais: projetor de imagens, pen drive, smartfone e computador.

Fonte: autor, 2018.

7.5 Conteúdos abordados

Os conteúdos de que trata diretamente este produto, como sugere o tema da dissertação, estão diretamente relacionados às Leis de Newton. São elas, segundo Scrivano, et al (2013, p. 252):

1ª Lei: Lei da Inércia – “Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento em linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas a ele”.
2ª Lei: Lei da Dinâmica – “A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida”.
3ª Lei: Lei da Ação e Reação – “As ações mútuas de dois corpos, um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas às partes opostas”.

O que se percebe aqui nesta redação das leis de Newton é que os autores da citada obra didática – livro texto utilizado na EJA – enunciaram as leis entre aspas, porém sem a referência da fonte. Nota-se ainda que a redação de cada lei se faz com um vocabulário um tanto erudito. Observamos que, diferente da maioria dos livros didáticos, a segunda lei foi denominada de lei da dinâmica, e não princípio fundamental da dinâmica. Optou-se na

aplicação do produto por esta segunda denominação e com o seguinte enunciado, segundo Doca, Biscuola e Villas Bôas (2013, p. 102): Se $\vec{F}$ é a resultante das forças que agem em uma partícula, então, em consequência de $\vec{F}$ a partícula adquire, na mesma direção e no mesmo sentido da força, uma aceleração $\vec{a}$, cujo módulo é diretamente proporcional à intensidade da força. A expressão matemática para a 2ª Lei de Newton é $\vec{F}$ =m. $\vec{a}$.

7.6 Conhecimentos anteriores

O progresso e desenvolvimento exponencial das tecnologias nas mais diversas formas e aplicações em décadas recentes, reflete-se atualmente numa realidade com a qual muitos educadores ainda não se conformaram, a de que a escola já não é a portadora e transmissora de todo o conhecimento. As modernas tecnologias de comunicação proporcionam acesso rápido às informações contidas nos mais diversos ramos de atividade humana. Torna-se incontinenti então aos professores uma mudança atitudinal em relação às suas estratégias de ensino. Hoje o aluno, já no início do ano letivo, trás “algo mais”, quer dizer, conhecimentos adquiridos por meio de diversas fontes disponíveis, como o smartfones por exemplo, com o qual recebe conteúdos a partir de noticiários e sites de curiosidades e divulgação de diversos tipos de temas. Soma-se a isto as tradicionais fontes impressas e os conhecimentos disciplinares adquiridos em anos anteriores na escola.

O notável pesquisador educacional David Ausubel (1980) defendeu que o fator mais importante e que influencia eficazmente na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ou seja, os conhecimentos prévios. Sobre a aprendizagem com significado, além dos conhecimentos prévios adequados, Moreira (2013) destaca a importância de duas condições, a predisposição para aprender e o material potencialmente significativo. Assim foi necessário dividir esta atividade didática em duas etapas, a primeira delas como prevista na abordagem usada – a Audiência Aberta – o estudo prévio, para verificar os conhecimentos existentes na estrutura mental do aluno e a outra para a aplicação do método utilizado neste produto educacional.

7.7 Fases de elaboração do produto educacional

Nesta seção serão relatados os procedimentos tomados para a realização deste produto, tendo por base os objetivos que incitaram este autor a realizar a ação docente que aqui se apresenta.

A primeira fase constituiu-se de uma pesquisa sobre qual abordagem de ensino apropriada para se ministrar uma aula que inspirasse maior estímulo e participação do aluno, não de forma puramente lúdica, mas de um modo em que ele fosse responsável pelo seu próprio aprendizado. Neste caso optou-se por uma metodologia de Aprendizagem Ativa.

A segunda fase foi a busca de uma ferramenta didática que pudesse servir de apoio para a consecução das aulas, o que gerou uma preferência pelo uso de vídeo, por ser um meio de comunicação bastante atual e para os alunos se mostrando muito estimulante. Pensou-se em usar vídeos reais e não outros tipos que serviriam, geralmente como informativos, demonstrativos, meramente ilustrativos ou lúdicos. Os vídeos reais seriam então a solução encontrada para mostrar a Física no dia a dia, elemento este alvo de exigências por parte dos alunos.

Na terceira fase pensou-se no ambiente em que se realizariam as aulas, o tipo de equipamento utilizado – computador de mesa ou projetor de imagens – de que forma seriam mostrados os vídeos, ou seja, os recursos instrucionais. Convém registrar que todos os recursos materiais pensados não poderiam demandar recursos financeiros do professor ou da escola. Foi então planejado o uso da sala de informática da escola onde já se encontravam disponíveis o computador e projetor digital de imagens. Em uma conversa com o professor responsável pelo laboratório este informou que poderia ser usado os computadores em rede e cada aluno teria um para si, exceto, devido ao número de alunos, que quatro computadores ficariam com dois alunos cada um. Descartei esta possibilidade e resolvi fazer uma apresentação de forma coletiva, em uma tela ou quadro branco da sala de informática, pois assim seria mais viável devido à forma participativa da abordagem didática escolhida.

A quarta fase foi dedicada à pesquisa dos vídeos, seus respectivos conteúdos e onde encontra-los disponíveis. Optou-se pela plataforma de vídeos *Youtube* na internet, em busca de vídeos que mostrassem cenas que mais evidenciassem as Leis de Newton (quadro 01). Procurou-se vídeos de

curta duração – de alguns minutos – para proporcionar maior dinamismo nas aulas e destinar-se mais tempo para os procedimentos de aprendizagem. É oportuno salientar que todos os vídeos selecionados estão de acordo com o princípio geral da Aprendizagem Multimídia ou princípio da Representação Múltipla, de Mayer (2005), segundo o qual as pessoas aprendem melhor com palavras e imagens do que somente com palavras.

A quinta fase destinou-se à pesquisa em busca de uma referencial técnico-pedagógico dotado de contemporaneidade e que mostrasse de que maneira os recursos multimídia podem ser otimizados em apoio a uma atividade de aprendizagem ativa. Optou-se então pela Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, de Mayer.

Quadro 01. Descrição dos vídeos utilizados

Número de ordem do vídeo	Título do Vídeo	Intervalo de exibição	Tema abordado
V1	Carro atolado no barro	00:00s a 00:33s	Princípio da inércia
V2	Acidente de ônibus câmera interna	00:00s a 00:11s	Princípio da inércia
V3	Qual é a velocidade que um avião decola Telemetry Gopro hero 5 black	00:00s a 00:45s	2ª Lei de Newton
V4	Motorista bom de braço	00:00s a 00:15s	2ª Lei de Newton
V5	Ford F150 and Honda Civic frontal crash test	00:00s a 01min:14s	3ª Lei de Newton
V6	Acidentes com armas de fogo	00:00s a 00:50s	3ª Lei de Newton
V7	Acidentes com armas de fogo	00:00s a 00:10s	3ª Lei de Newton

Fonte: Autor, 2017.

7.8 Uma aproximação entre os vídeos reais e a teoria cognitiva da aprendizagem multimídia

Nesta seção pretende-se mostrar a pertinência e relevância da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia da qual dela fez-se uso pedagógico como um instrumento que justificasse a escolha dos vídeos utilizados nas atividades de aprendizagem.

▶ Vídeo V1

Este vídeo, cuja descrição está no quadro 01, foi escolhido pelo fato de ser bastante “limpo”, ou seja, não possui legendas, áudios de narração. Possui um efeitos sonoro no início e o ruído do motor do carro, que pode ser facilmente suprimido no controle de áudio do computador. Deste modo é bastante reduzida a sobrecarga cognitiva destinada à memória de trabalho.

A figura 09 mostra uma cena deste vídeo.

Figura 09. Automóvel sem força na direção do movimento que o tire do estado de repouso

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=RYUV7_XH9jI

Este vídeo está em conformidade com os seguintes princípios da aprendizagem multimídia, de Mayer (2005):

● Princípio da coerência, por não conter textos, imagens e áudio, que não guardem a devida coerência ou relação com os assuntos expostos.

● Princípio da contiguidade temporal, pois as palavras narradas e suas imagens correspondentes, além de próximas são apresentadas de maneira simultânea.

● Princípio da modalidade, pois utilizar o modo visual e o auditivo por meio das imagens e narração combinados, é mais eficaz do que utilizar animação e texto escrito, modos estes que geram mais sobrecarga no canal visual.

● Princípio da segmentação, segundo o qual os alunos aprendem melhor a partir de um recurso multimídia segmentado, como neste caso, um vídeo visando a primeira lei de Newton, e não apenas um vídeo longo para abordar todas as leis.

● Princípio da pré-formação, ao mostrar que os principais conceitos trabalhados com antecedência contribuíram para facilitar a aprendizagem do tema proposto.

● Princípio da personalização, pois foi praticado um estilo informal de diálogo, em primeira pessoa para o professor e segunda pessoa ao se referir ao aluno. Sugiro que, sempre que o professor souber o nome de um aluno, que assim se dirija a ele.

● Princípio da voz, pois a narração e questionamentos são feitos na voz do próprio professor.

▶ Vídeo V2

Trata-se de um vídeo bem objetivo, sem qualquer tipo de áudio, o que deixa em aberto uma oportunidade para uma narração a critério do professor. Pode-se constatar então que a sobrecarga cognitiva é mínima.

Devido à mesma natureza física do conceito envolvido, este vídeo está em conformidade com os mesmos princípios da aprendizagem multimídia, evocados no vídeo V1, acrescentando ainda que o vídeo proporciona uma oportunidade de se exigir junto às autoridades do segmento de transporte de passageiros, a disponibilização de cinto de segurança em cada poltrona, mesmo em ônibus urbanos. A figura 10 mostra uma cena deste vídeo.

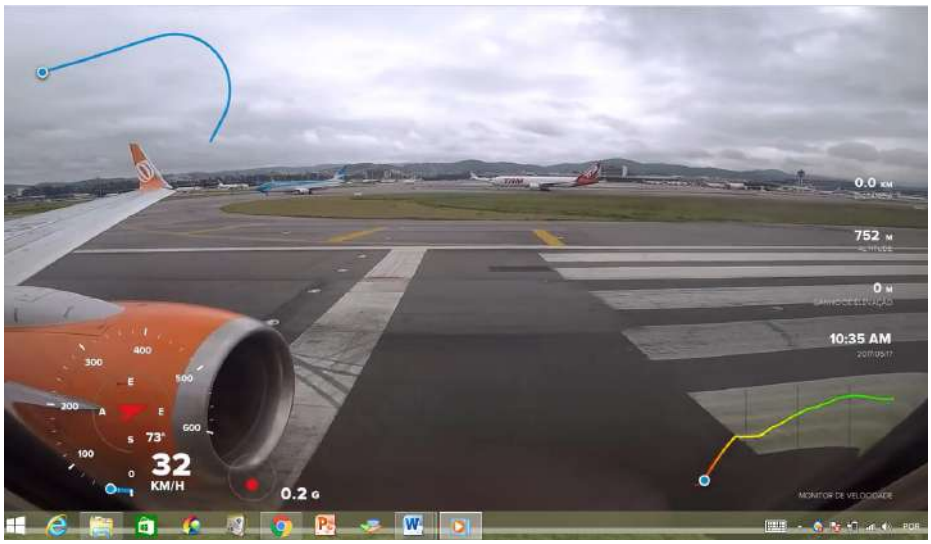
Figura 10. Imagem do vídeo usado no princípio da inércia

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=GL9_Pw8lp1k

▶ Vídeo V3

Este vídeo, utilizado para trabalhar com a segunda lei de Newton, mostra a decolagem de uma aeronave na qual foi usada uma câmera com telemetria que gerou no próprio vídeo informações acerca do movimento da aeronave. A exibição expõe um áudio em forma de música que pode ser suprimido. Algumas informações se mostram como carga cognitiva intrínseca, que num primeiro momento pode parecer complexa aos alunos, como o acelerômetro, mas que com a devida narração explicativa do professor, tornam-se familiares com base nos conhecimentos organizados anteriormente, a carga cognitiva relevante. Há uma carga cognitiva estranha com dados do movimento que são supérfluos ao objetivo da atividade, como a bússola, o indicador de trajetória e a distância percorrida, e o professor deve informar que elas devem ser desconsideradas. A figura 11 mostra uma cena do vídeo.

Figura 11. Imagem do vídeo para abordagem da segunda lei de Newton



Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=8mSOij_N0z8

São observados os seguintes princípios da Aprendizagem Multimídia:

● Princípio da coerência, ainda que contenha algumas imagens – a dos dados telemétricos – que não guardam relação com o objetivo proposto, elas serão ignoradas como esclarecido anteriormente.

● Princípio da redundância, pois não há sobreposição de informações na tela com a narração do professor.

● Princípio da contiguidade espacial, pois palavras e imagens relacionadas estão apresentadas no vídeo bem próximas umas das outras.

● Princípio da contiguidade temporal, pois as palavras estampadas no vídeo, narradas e suas imagens estão próximas e são apresentadas de maneira simultânea.

● Princípio da modalidade, pois imagens do vídeo e palavras da narração é mais eficaz que utilizar texto escrito e imagens.

● Princípio da sinalização, pois o contraste de cores do velocímetro e do acelerômetro tornam relevante este destaque.

● Princípio da segmentação, pois o vídeo trabalha somente uma parte do conteúdo, a segunda lei de Newton.

● Princípio da Pré-formação, pois os conceitos e definições necessários à apreensão do tema foram anteriormente vistos.

● Princípio da personalização, pois o diálogo durante a atividade se fez em primeira pessoa para professor e segunda pessoa para o aluno. Muitas vezes o aluno era chamado pelo seu próprio nome.

● Princípio da voz, pois a narração foi feita com voz humana, a do próprio professor.

▶ Vídeo V4

É o segundo vídeo utilizado para trabalhar a segunda lei de Newton em que bastam quinze segundos de exibição, pois o restante é repetitivo. Não possui texto e o áudio, a narração de um apresentador de telejornal, pode ser suprimido. Verificamos todos os princípios da Aprendizagem Multimídia relacionados no vídeo V1, acrescentando ainda que há um sentido social quanto à conscientização no trânsito, para que motoristas de veículos pesados tenham mais cautela em estradas sinuosas em dia de chuva. A figura 12 mostra uma cena deste vídeo.

Figura 12. Imagem do segundo vídeo para abordagem da segunda lei de Newton

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=8jAnGPPAk8E

▶ Vídeo V5

Trata-se de um vídeo utilizado para ser trabalhada o princípio da ação e reação. Pode ser apresentado em sua totalidade. Não possui textos ou áudio, sendo por isso bastante “limpo”. Está em conformidade com os mesmos princípios da aprendizagem multimídia, evocados no vídeo V1. Vale acrescentar que há um sentido social quanto à conscientização para a necessidade de exigência de sistemas de segurança nos veículos para não impactar os passageiros a ponto de causar danos irreversíveis ou morte em caso de acidentes. A figura 13 mostra uma cena deste vídeo.

Figura 13. Imagem do vídeo para abordagem do princípio da ação e reação

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=NCelD0qr8Do

▶ Vídeo V6

Trata-se de um vídeo também bem curto, bastando apenas a reprodução dos primeiros 50 segundos. Sem legendas, mas com um áudio do ambiente que pode ser suprimido, mostra objetivamente uma cena em que se evidencia o princípio da ação e reação. Por isso está em conformidade com os seguintes princípios da Aprendizagem Multimídia: princípio da coerência, princípio da redundância, da contiguidade temporal, da modalidade, da segmentação, da pré-formação, da personalização e princípio da voz. A figura 14 mostra uma cena do vídeo.

Figura 14. Imagem do segundo vídeo para abordagem do princípio da ação e reação

Fonte: www.youtube.com/watch?v=kMSlDNFTzAk

▶ Vídeo V7

Trata-se de um vídeo com situações semelhantes às do vídeo V6. Possui cerca de cinco minutos de duração, mas apenas os dez primeiros segundos já se torna suficiente para a realização da atividade. Este vídeo foi considerado um adicional podendo ser mostrado à turma como substituição ao vídeo V6.

Figura 15. Imagem do primeiro vídeo para abordagem do princípio da ação e reação

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=Hl6_dxxVRtw&t=2s

Capítulo 8
Aplicação do produto

8.1 Atividades planejadas

A aplicação e investigação das potencialidades deste produto para o ensino e aprendizagem das leis de Newton, foi realizada no ano letivo de 2017, composta por alunos da primeira etapa da EJA. A turma em que o trabalho foi desenvolvido foi aquela cujo horário destinado à aula de Física se iniciava às 20:10h e terminava às 21:20h.

O trabalho na turma foi desenvolvido em quatro partes. Na primeira foi realizada no primeiro dia uma atividade prévia com questionamentos acerca dos conhecimentos prévios dos alunos, com duração de duas hora-aulas de 35 minutos cada, ou seja uma atividade de 70 minutos.

Na segunda parte trabalhou-se o núcleo da atividade, composto pelas aulas valendo-se da projeção de vídeos reais e abordando a temática com questionamentos lançados à discussão com base nos preceitos de aprendizagem ativa. Ainda nesta parte fazia-se a coleta de dados em forma de respostas anotadas pelos alunos em uma folha impressa e observação de suas participações no desenvolver dos debates. O professor também registra suas observações. Utilizou-se para isso anotações em papel e gravação de áudio com um *smartfone* durante os debates da “audiência aberta”.

Na terceira parte foi realizado um estudo dos dados coletados, a respectiva análise e por fim a conclusão da aplicação.

No quadro 02 é apresentado um cronograma da primeira e segunda parte da aplicação do produto educacional, com os respectivos links dos vídeos utilizados.

Quadro 02. Cronograma da aplicação da primeira e segunda parte do produto

		Tempo destinado	Tema	Link para os vídeos
1ª Parte	**1º dia**	70 minutos	Estudo prévio	Não foi utilizado vídeo nesta aula
2ª Parte	**2º dia**	70 minutos	1ª Lei de Newton	https://www.youtube.com/watch?v=RYUV7_XH9jI
				https://www.youtube.com/watch?v=GL9_Pw8lp1k
	3º dia	70 minutos	2ª Lei de Newton	https://www.youtube.com/watch?v=8mSOij_N0z8
				https://www.youtube.com/watch?v=8jAnGPPAk8E
	4º dia	70 minutos	3ª Lei de Newton	https://www.youtube.com/watch?v=NCelD0qr8Do
				https://www.youtube.com/watch?v=kMSlDNFTzAk
				https://www.youtube.com/watch?v=Hl6_dxxVRtw&t=2s

Fonte: Autor, 2017.

Na quarta parte, ao fim das atividades com os vídeos, foi aplicado um questionário como forma de averiguar a avaliação de todo o processo por parte dos alunos, finalizando formalmente a aplicação e investigação acerca da eficácia deste produto educacional.

A aplicação do produto demandou no total quatro dias letivos de 70 minutos cada um, ou seja, um mês do ano letivo.

8.2 Atividade prévia

A atividade prévia, voltada para observação dos conhecimentos anteriores, foi planejada como um estudo prévio e foi elaborado para verificar e reascender questões acerca de conceitos e definições básicas da ciência já

estudadas pelos alunos em anos anteriores e no ano letivo corrente, bem como algumas ideias intuitivas que possam trazer do cotidiano.

Cabe registrar que até o início do período da aplicação deste produto, os alunos já haviam tido contato com os temas obrigatórios curriculares, como proporção direta e inversa, grandezas escalares e vetoriais, sistemas de unidades de medida, cinemática – conceitos e definições associados aos movimentos, movimento uniforme e uniformemente variado, incluindo queda livre – e estática da partícula na qual estudaram os sistemas de forças, forças resultante e equilibrante, as classes e tipos de forças – forças de contato, de campo, peso e força gravitacional, normal, tração, noções de força de atrito.

Foi oportuno também fazer uma preleção acerca do que a história da ciência nos diz sobre o contexto científico e social da época de Galileu e Isaac Newton e que abriram caminho para as suas pesquisas e conclusões.

O estudo prévio constou de uma exposição dialogada, com perguntas lançadas à turma, com as palavras-chave escritas no quadro, para induzir a participação dos alunos nos assuntos a serem relembrados. Procurou-se associar às perguntas ou proposições, algum fato do cotidiano, tanto para também facilitar a argumentação do aluno, ao mesmo tempo em que se verificavam os conhecimentos pré-estabelecidos ao longo da vida. Vale ressaltar que estas respostas não foram alvo de pesquisa quantitativa, pois se trata apenas de uma atividade diagnosticadora e niveladora na medida em que fez emergir conhecimentos associando-os a fatos do cotidiano. Assim procurou-se preparar os alunos para a atividade principal, mediante utilização dos vídeos reais.

Os resultados mostrados foram obtidos a partir do estudo prévio na turma, que totalizaram 14 alunos – a assiduidade dos alunos da EJA não é constante como nas turmas regulares – nas quais respostas que se assemelhavam foram aqui registradas e outras poucas sem qualquer relação com o fato foram descartadas. As respostas foram escritas praticamente da forma como foram ditas pelos alunos. Cabe ressaltar que o estudo prévio não foi alvo de pesquisa, mas apenas uma verificação como requisito para a aplicação do produto educacional.

Em seguida temos a relação de perguntas – P1 a P7 – seguida da justificativa, algumas respostas dos alunos e comentário em algumas delas.

P1- Quando observamos a embalagem de um produto, feijão por exemplo, lá está escrito “peso líquido 1 kg”. Cientificamente, comparando aos conceitos de peso e massa, isto está correto?

Justificativa: esta pergunta visa a observância da diferença entre peso e massa, que no cotidiano se confundem erroneamente segundo os critérios científicos.

Respostas:

R1- quilograma nós aprendemos que é massa.

R2- a quantidade de feijão é de 1 kg, mas quando seguramos sentimos o peso.

R3- sempre que foi falado de massa na escola, era em quilograma, então acho que está errado.

Comentário: foram poucos os alunos, em torno de três ou quatro, a responderem. Diante disso acrescentei a pergunta referente aos quilogramas que a balança marca quando subimos nela. Aí as respostas foram muitas, chegando a dez alunos, tendo alguns mantido a ideia de que os “quilogramas” eram realmente a medida do peso de uma pessoa.

P2- Se um objeto é maior do que outro, então ele é mais pesado também?

Justificativa: esta pergunta foi colocada para verificar se os alunos associavam ou não tamanho (ideia de volume) e peso ou massa, como em geral no cotidiano.

Respostas:

R1- não. Uma caixa de isopor é grande e pesa menos que um quilo de feijão.

R2- às vezes sim, às vezes não.

R3- Se o objeto for grande, mas vazio por dentro, como uma caixa de papelão, então ele é leve.

R4- Sim.

Comentário: vários alunos responderam imediatamente sim, talvez por confundir volume (tamanho) com o peso associado. Porém depois das respostas dos colegas, como as registradas aqui, eles entenderam a interpretação da pergunta e responderam que não necessariamente.

P3. Você lembra da propriedade da matéria denominada inércia? Ao que ela se refere ou está associada?

Justificativa: esta pergunta é bem objetiva sobre o conceito de inércia, visando verificar quantos ainda lembravam deste termo e seu significado na ciência.
R1- é o que faz alguma coisa ficar parada;
R2- é o que se pesa em quilograma;
R3- é o que é maior quanto maior for o corpo;
R4- é o que joga a gente para frente quando o ônibus é freado;
R5- quanto mais pesado a pessoa com mais força ela vai para frente (esta resposta foi dita por um aluno complementando a resposta R4)
R6: é o que faz um objeto muito pesado ficar difícil da gente empurrar.
Comentário: estas respostas e outras semelhantes foram ditas por uma pequena parte da turma, cerca de seis alunos em cada turma. Algumas demonstraram que o aluno se aproximou da ideia de inércia.

P4: Uma pessoa cai ao tentar passar sobre um piso úmido e ensaboado. A pessoa conseguirá facilmente se levantar e andar? Por quê? O que deve ser feito para que esta pessoa consiga sair do local onde caiu?
Justificativa: esta pergunta foi elaborada para que os alunos tivessem mais um exemplo da consequência da falta de atrito em um corpo (todos já haviam ou participado ou visto o tal “futebol no sabão”). Também tem o intuito de preparar o aluno para conceber o aspecto físico no qual um corpo só poderá sair de seu estado de repouso caso uma força externa nele agir.
R1- segurar suas mãos e ajudar ela a levantar.
R2- ajudar a pessoa a se levantar, mas na maioria das vezes quem ajuda acaba caindo também. É divertido.
R3- se estiver perto da trave, por exemplo, segurar nela para se levantar.
Comentário: Foram muitas as respostas, e tinham explicações semelhantes a estas.

P5- Quando você está sobre uma bicicleta e puxa o freio, o que faz a bicicleta diminuir a velocidade e parar?
Justificativa: esta pergunta objetivou mostrar também a necessidade de uma força externa para que um corpo reduza a velocidade podendo até parar.
R1- a força da borracha do freio com o aro da roda.
R2- a força que prende a roda.

R3- a força que pressiona o freio na roda.
R4- a força do freio.

Comentário: Como todas as respostas associavam a redução de velocidade da bicicleta somente à força do mecanismo de freagem com o aro da roda, foi necessária uma intervenção. Uma pequena caixa disponível na sala foi lançada sobre a superfície da mesa da sala e parou após percorrer uma certa distância, cerca de meio metro. Após todos verem a cena, foi perguntado o que parou a caixa, em vez de “quem” parou. Vários alunos responderam que foi “a mesa” e após serem indagados acerca das asperezas da mesa e da caixa, uma quantidade maior de alunos respondeu ser o atrito. Conclusivamente a força de atrito com o solo foi incluída na análise do fato.

P6- Suponha que um ciclista esteja trafegando rapidamente em sua bicicleta. Ele então para de pedalar, aciona o freio da bicicleta, mas eles falham. O que acontecerá à bicicleta a partir deste momento? Como o ciclista poderia parar a bicicleta diante de um acidente iminente?
Justificativa: esta pergunta objetivou mostrar a ideia segundo a qual um corpo em movimento prosseguirá em movimento se nenhuma força externa o detiver.
R1- sem freio ele continuaria em frente até bater em alguma coisa se não desviar.
R2- a bicicleta iria em frente a menos que ele freiasse pressionando os pés no chão se não estiver descalço.
R3- o ciclista na certa continuaria em frente e ia demorar a parar. Se colocasse os pés no chão para parar ele conseguiria freiar assim.

P7- Quando um motorista aciona o acelerador de um veículo, ele está acelerando-o para frente ou para trás? E quando pisa no freio?
Justificativa: esta pergunta serviu para verificar que a aceleração nem sempre está no sentido do movimento.
R: para frente; para trás.
Comentário: a resposta foi correta e unânime. O motivo certamente deve-se ao conhecimento dado a eles em cinemática, quando trabalhou-se os tipos de movimento e o sentido da aceleração relacionado a eles.

Foi possível, com esta primeira atividade, conhecer quais eram os conhecimentos espontâneos dos alunos, confrontá-los e validá-los diante dos conceitos científicos de modo a levar os alunos a internalizar as necessárias ferramentas voltadas para o aprendizado que estava por vir. Esta ação resultou também, como consequência, em uma preparação do professor quanto aos aspectos objetivos, tendo em vista as respostas que em breve seriam obtidas. Os aspectos subjetivos como as atitudes participativas dos alunos puderam inclusive ser observadas. Na aplicação da atividade pedagógica que se traduz no produto educacional espera-se que a participação dos alunos seja mais intensa.

8.3 Episódios com os vídeos reais

Nesta segunda parte da aplicação do produto foi feita a abordagem planejada com vídeos para a aprendizagem das Leis de Newton, ou seja, a aula propriamente dita. Há sempre uma preocupação em se escolher um ambiente sempre que o professor planeja uma atividade pedagógica diferente da aula tida pelos alunos com “normal”. Nesse caso foi disponibilizado o laboratório de informática da escola, cabendo aqui registrar que, na turma de aplicação do ano letivo de 2018, um dos encontros para a atividade foi realizado na sala de aula, pois a rede elétrica do laboratório estava em manutenção. Neste dia foi necessário transportar o projetor de imagem para a sala de aula, mostrando a flexibilidade desta atividade quanto ao local de aplicação.

As aulas com os vídeos reais foram denominadas de Atividade 1, 2 e 3. Foram três encontros em dois tempos de 35 minutos de aula seguidos, totalizando 1h10min de tempo disponível. Em outras instituições de ensino o professor que desejar trabalhar este produto, poderá dispor de um tempo diferente deste, e dentro de seu limite readequar esta atividade.

Para o desenvolvimento das atividades de ensino e aprendizagem, como relatada no corpo da dissertação, foi praticada a forma de aprendizagem ativa descrita como Audiência Aberta, cujas características para aplicação foram já detalhadas. A participação dos alunos foi bastante exigida por esta metodologia, de modo que nenhum aluno ficou sem emitir um argumento a

respeito do fato abordado no vídeo. Foi comum verificar que alguns alunos concordavam com as respostas emitidas anteriormente por algum colega, e outros emitiam sua própria opinião acerca do fato. Assim, respostas semelhantes foram agrupadas como uma só e o que se apurou para análise posterior ficavam descritas como R1, R2... Rn.

Foi necessário, percebi na aplicação, adicionar alguns comentários pertinentes à cada situação, relatando como foram emitidas as respostas e as impressões colhidas sobre elas bem como minhas reações diante de algumas respostas, e que futuramente podem servir de base para outras atividades.

Atividade 1

Título: Inércia e primeira lei de Newton

Episódio 1 – Carro atolado

Foi trabalhado o vídeo V1, constante no quadro 01. Este primeiro episódio tem início com o primeiro vídeo, cujo título é “carro atolado no barro” com duração de cerca de 33 segundos. Tal cena mostra um carro tentando sair do local em que atolou de modo que as rodas de tração giram rapidamente, mas o carro não se desloca. Aqui almeja-se ratificar o conceito de inércia de repouso na estrutura mental do aluno, e possibilitar por meio da aprendizagem ativa incentivar uma ampla participação na aula, abrindo caminho para as outras atividades.

Enquanto a cena era reproduzida, iniciou-se uma narrativa para preparar os alunos para esboçarem algumas ideias. Como prediz a segunda etapa da Audiência Aberta, foram lembrados os conceitos de inércia, força, atrito, massa, e informado que algumas perguntas seriam feitas e depois de cerca de um minuto o primeiro aluno seria escolhido para emitir sua opinião. Depois ele escolherá o orador seguinte para responder, sempre após cada pergunta, de modo que todos participem com suas argumentações.

Em sequência é feita uma pausa no vídeo e o passou-se então a lançar as perguntas e questionamentos sempre verbalizada pelo professor. As perguntas sugeridas – P1, P2, P3 ... – as respostas colhidas – R1, R2, R3 ... –

estão listadas a seguir. A figura 16 mostra o iniciar da atividade no interior da sala usada como laboratório de informática da escola.

Figura 16. Aplicação da atividade 1 no laboratório de informática

Fonte: Autor, 2017.

Questões

P1- Se o carro está atolado em um lamaçal, por que não consegue sair dali pelos próprios meios, ou seja, com o motor impulsioná-lo para frente?

P2- Você afirmaria que se um corpo estiver parado e se nenhuma força atuar nele, ali ficará continuará parado?

P3- De que maneira o carro poderia então sair do local em que está atolado?

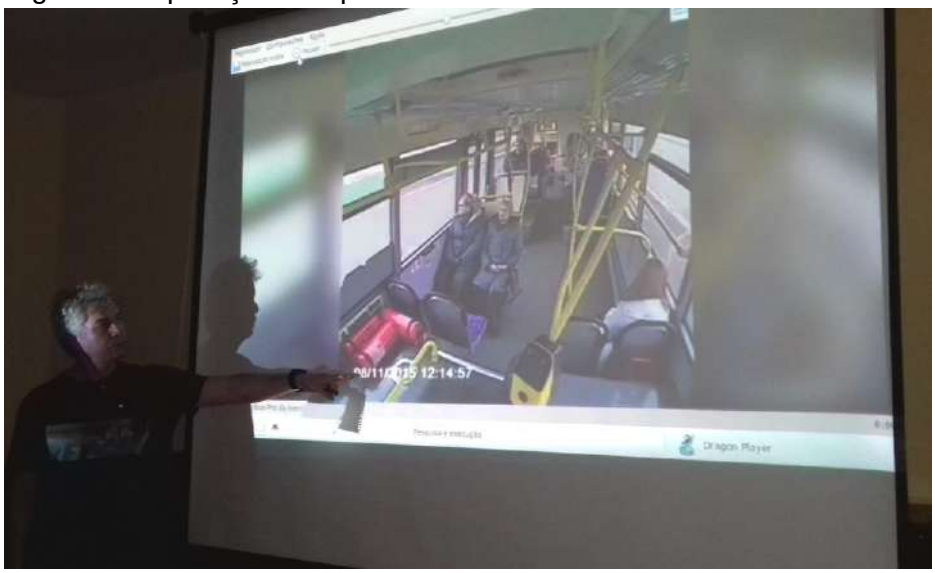
P4- Você afirmaria que se um corpo só sairá de seu estado de repouso se uma força nele atuar?

P5- A qual propriedade da matéria ou conceito físico você associaria a esta situação, pelo fato de que o carro em repouso permanecer ali em repouso no atoleiro sem ajuda externa?

Episódio 2 – Acidente com passageiros no interior de um ônibus

Foi trabalhado o vídeo V2, constante no quadro 01. Neste episódio almeja-se expandir o conceito de inércia para situações de corpos em movimento e possibilitar por meio da aprendizagem ativa a apreensão da primeira lei de Newton ou princípio da inércia. Este vídeo é bastante curto, com 11 segundos de exibição que mostra uma gravação no interior de um ônibus em movimento. Num dado instante o ônibus freia bruscamente e os passageiros são lançados para frente. A figura 17 mostra um instante deste episódio.

Figura 17. Aplicação do episódio 2 da atividade 1



Fonte: Autor, 2017.

Questões

P1- Por que os passageiros foram arremessados para frente com a freada brusca do ônibus?

P2- Se você é um dos passageiros e estivesse com cinto de segurança, sentiria seu corpo “querendo” ir para frente também?

P3- Se o ônibus estivesse devagar e freiasse, você tenderia a ir para frente também neste caso?

P4- Alguns concordaram dizendo que a força com que o ônibus vinha empurrou os passageiros. No vídeo, ou mesmo quando ocorre com você

dentro de um veículo qualquer, alguma força empurra você ou os passageiros para frente?

P5- Você concorda com a ideia de que se um corpo estiver em movimento, mesmo sem qualquer força agindo nele, ele tenderá a continuar em movimento, e “para sempre”?

Atividade 2

Título: Segunda lei de Newton

Episódio 1 – Aeronave decolando

Foi trabalhado o vídeo V3, constante no quadro 01. Este vídeo é curto, com os 45 segundos iniciais de exibição sendo o suficiente para mostrar o necessário para se incutir a segunda lei de Newton. Ele exibe a decolagem de uma aeronave comercial de transporte de passageiros, com dados de telemetria estampados no próprio vídeo, como velocidade, indicador de direção, acelerômetro, altímetro dentre outros não necessários à atividade. O vídeo chama bastante atenção dos alunos, e recomendo que seja exibido duas vezes para que possam se ambientar com as imagens enquanto o professor explica o significado de cada medida mostrada, e somente na terceira exibição é que teve início a atividade.

Neste episódio almeja-se possibilitar o aprendizado da segunda lei de Newton trabalhando os conceitos e definições necessários, como variação de velocidade, massa e aceleração. A figura 18 mostra uma imagem dentro de sala durante a aplicação desta atividade.

Figura 18. Aplicação do episódio 1 da atividade 2

Fonte: Autor, 2017

Questões

P1 - O que é necessário para que a aeronave comece a se movimentar?

P2 - O que você observa na velocidade da aeronave?

P3 – O que você observa na aceleração da aeronave, está constante ou variável?

P4- O fato de a velocidade está variando é devido à aceleração que também está variando?

P5 - Neste intervalo de tempo em que a aceleração fica constante, a velocidade varia ou permanece também constante?

P6 – Você concorda com a ideia de que, se em um corpo passa a atuar uma força, ele será acelerado, seja a aceleração constante ou não?

P7 – Se o piloto fizer com que a força das turbinas aumente, de que modo isto afetará a aceleração? A aceleração é diretamente ou inversamente proporcional à força aplicada?

P8 – Se as turbinas dessa aeronave forem colocadas em um outro com massa duas vezes maior, a aceleração neste será maior ou menor? A aceleração é diretamente ou inversamente proporcional à força aplicada?

Episódio 2 – Caminhão freiando

Foi trabalhado o vídeo V4, constante no quadro 01. A parte deste vídeo utilizada para o objetivo proposto é tão somente os primeiros quinze segundos. Trata-se de um caminhão que é obrigado a freiar intensamente para evitar a colisão com outros veículos que estão parados na estrada ao longo de uma curva. Neste episódio almeja-se complementar o aprendizado da segunda lei de Newton ao mostrar que a consequência de uma força é, não somente de aumentar o módulo da velocidade de um corpo, como também de reduzi-lo.

Questões

P1 – O que ocorreu à velocidade do caminhão durante a freagem?
P2 – Tendo em vista a definição de aceleração, eu posso afirmar que na diminuição de velocidade está presente uma aceleração?
P3 – Por que a freagem fez a velocidade diminuir?

Atividade 3
Título: Terceira lei de Newton

Episódio 1 – Colisão de dois veículos

Foi trabalhado o vídeo V5, constante no quadro 01. Nesta atividade deseja-se orientar o aluno no sentido do aprendizado da terceira lei de Newton. Trata-se de um vídeo que mostra um *crash-test*, ou seja, a colisão frontal de dois veículos, um automóvel e uma caminhonete. A cena é repetida várias vezes em câmera lenta, o que permite que a cena seja vista mais detalhadamente. A figura 19 mostra a aplicação deste episódio.

Figura 19. Aplicação do episódio 1 da atividade 3

Fonte: Autor, 2017.

Questões

P1 – Qual veículo possui maior massa?

P2 – Você afirmaria que a força que um veículo “faz” no outro são de mesma direção, isto é, na horizontal, e seus sentidos são opostos?

P3 – Pelos danos causados em cada veículo, você afirmaria que a força que a caminhonete aplicou no automóvel foi de intensidade igual, menor ou maior que a força que ela recebeu do automóvel?

Episódio 2 – Disparo de arma de fogo

Foram trabalhados os vídeos V6 e V7, constante no quadro 01. No primeiro os cinquenta segundos iniciais são suficientes para a atividade proposta e no segundo vídeo, os dez primeiros segundos já são suficientes. Nele têm-se várias cenas de disparos de armas, alguns acidentais, que o professor pode também optar por exibir. A imagem 20 mostra um momento da aplicação na sala de informática.

Figura 20. Aplicação do episódio 2 da atividade 3

Fonte: Autor, 2017.

Questões

P1 – Quem possui maior massa, o fuzil ou a “bala” disparada?

P2 – Após acionado gatilho da arma, quem impulsiona a bala pra frente?

P3 – Após o disparo, a arma também foi impulsionada, porém para trás, o que muitas pessoas chamam de “coice” da arma. Por quê?

P4- Você afirmaria então que a força produzida pela explosão da pólvora foi dividida igualmente para impulsionar a bala e o fuzil em sentido oposto?

P5- Eu posso então denominar então estas forças de “ação” e “reação”?

Capítulo 9
Resultados e discussões

Neste capítulo estão apresentados os resultados da aplicação do produto educacional referente à turma de primeira etapa do ensino médio da EJA. Os dados são referentes às questões levantadas, às perguntas e respostas colhidas em cada atividade a partir dos quais será feito um estudo dos resultados observados como forma de validação deste produto educacional. Esta pesquisa não culmina com uma conclusão quantitativa a respeito do rendimento da turma ou de cada aluno, porém evidenciará um panorama que defina as potencialidades desta proposta de atividade de ensino e aprendizagem, na visão do professor e do também do aluno.

Foi apurado que a quantidade de alunos presentes às atividades propostas foi de o máximo 17 (dezessete). Observou-se uma flutuação em torno de 13 (treze) a 17 (dezessete) alunos, devido à presença de alunos em uma atividade e a ausência em outras. Vale lembrar que a assiduidade dos alunos da EJA nesta escola não é tão constante comparada às turmas regulares do período diurno.

9.1 Análise de resultados

A seguir mostramos a análise das respostas relativa a cada pergunta feita nas atividades e seus respectivos episódios. Foi verificado que várias respostas, em relação à mesma pergunta, tinham um teor semelhante, e por isso foram agrupadas e identificadas da forma R_n, ou seja, R1, R2, R3 ...

Registros da atividade 1 – Episódio 1

P1- Se o carro está atolado em um lamaçal, por que não consegue sair dali pelos próprios meios, ou seja, com o motor impulsioná-lo para frente?

Quadro 03. Resultados obtidos para a pergunta P1, episódio 1 da atividade 1

Ordem das Respostas	Nº de Respostas	Resposta
R1	02	Porque fica escorregadio e a roda não firma no chão.
R2	06	Porque não tem atrito na lama.
R3	02	Porque o pneu não prende na lama.
R4	01	Porque a lama é mole e o pneu não prende nela.
R5	01	Porque não adianta fazer força para frente se o carro está num piso escorregadio.
R6	01	Porque o carro é pesado.

Fonte: Autor, 2017.

Neste episódio estavam presentes 13 (treze) alunos. Em todas as respostas o argumento se baseava diretamente no fato de a lama ser muito lisa, o que se pode apreender é que a maioria dos alunos percebeu a necessidade do atrito para proporcionar o movimento do veículo. A resposta R2 foi estimulada pelo professor ao pedir aos alunos que se lembrassem de usar em seus vocabulários termos da física, ou seja, palavras conceituais ligadas à alguma grandeza física já estudada. Foi então que muitos alunos refizeram suas respostas após debates com colegas e chegou-se a 06 (seis) alunos usando o termo “atrito”. Um dos alunos disse que era o fato de o carro ser muito pesado. Após um debate com a participação de alguns colegas e lembrando o “futebol no sabão”, ele aceitou que o peso não era determinante para que o carro não saísse do local em que estava atolado.

P2- Você afirmaria que se um corpo estiver parado e se nenhuma força atuar nele, ali ficará continuará parado?

Quadro 04. Resultados obtidos para a pergunta P2, episódio 1 da atividade 1

Respostas	Nº de respostas	Resposta
R1	13	Sim

Fonte: Autor, 2017

Esta resposta, devido à forma direta da pergunta, foi emitida com a participação unanimemente de todos na turma, sem a necessidade de se dirigir individualmente a cada aluno. Observou-se que suas respostas estavam apontando o caminho da apreensão do princípio da inércia em sua estrutura cognitiva.

P3- De que maneira o carro poderia então sair do local em que está atolado?

Quadro 05. Resultados obtidos para a pergunta P3, episódio 1 da atividade 1

Ordem das Respostas	Nº de Respostas	Resposta
R1	03	Sendo guinchado por outro carro.
R2	06	Se tiver várias pessoas no local elas poderiam empurrar o carro.
R3	02	Se tiver cascalho e pedras poderiam ser colocadas embaixo dos pneus para dar firmeza na saída.
R4	02	Colocando uma tábua embaixo de cada pneu.

Fonte: Autor, 2017.

As respostas mostravam o conhecimento que os alunos traziam do cotidiano e, em comum, evidenciavam a necessidade de força externa, de atrito, de um guincho ou de pessoas empurrando o carro.

P4- Você afirmaria que se um corpo só sairá de seu estado de repouso se uma força nele atuar?

Quadro 06. Resultados obtidos para a pergunta P4, episódio 1 da atividade 1

Respostas	Nº de respostas	Resposta
R1	13	Sim

Fonte: Autor, 2017.

Esta resposta assim dita pelos alunos, veio a mostrar surpreendentemente como apreenderam uma das formas apresentadas no princípio da inércia. Assim como na resposta da pergunta P2, observou-se que suas respostas estavam apontando o caminho da apreensão deste princípio na estrutura cognitiva dos alunos.

P5- A qual propriedade da matéria ou conceito físico você associaria a esta situação, pelo fato de que o carro em repouso permanecer ali em repouso no atoleiro sem ajuda externa?

Quadro 07. Resultados obtidos para a pergunta P5, episódio 1 da atividade 1

Ordem das Respostas	Nº de Respostas	Resposta
R1	09	Inércia
R2	02	peso
R3	02	atrito

Fonte: Autor, 2017.

Verifica-se que predominou a inércia como resposta, o que é bastante significativo o fato deste termo ter emergido na estrutura cognitiva dos alunos. Estranhamente 02 (dois) alunos insistiram no peso como justificativa, mas lembrado do debate ocorrido após resposta semelhante na pergunta P1, refez

sua resposta concordando posteriormente com a maioria das respostas. Para apurar a quantidade de alunos com suas respectivas respostas escolhidas, foi necessário pedir que levantassem as mão aqueles que consideravam um determinado conceito como resposta.

Registros da atividade 1 – Episódio 2

Como este episódio foi realizado em seguida ao primeiro, na mesma aula, o quantitativo de alunos presentes foi o mesmo, 13 (treze) alunos.

P1- Por que os passageiros foram arremessados para frente com a freada brusca do ônibus?

Quadro 08. Resultados obtidos para a pergunta P1, episódio 2 da atividade 1

Ordem das Respostas	Nº de Respostas	Resposta
R1	07	Eles continuaram com aquele embalo com que o ônibus estava na sua velocidade.
R2	03	Eles estavam sem cinto de segurança.
R3	1	Porque o ônibus estava em alta velocidade.
R4	1	A força com que o ônibus vinha empurrou eles para frente.
R5	1	Por que toda vez que um carro freia, mesmo devagar, nós vamos para frente.

Fonte: Autor, 2017.

Nas respostas de alguns alunos, percebi que a resposta predominante R1 estava no caminho intuitivo do princípio da inércia. As outras respostas envolveram força e alta velocidade. A resposta R5 é apenas uma constatação que corrobora e complementa a resposta R3. Por isso foi necessário outro questionamento para maior esclarecimento e debate acerca do fato, que veio a ser a pergunta P2 a seguir.

P2- Se você é um dos passageiros e estivesse com cinto de segurança, sentiria seu corpo “querendo” ir para frente também?

Quadro 09. Resultados obtidos para a pergunta P2, episódio 2 da atividade 1

Ordem das Respostas	Nº de Respostas	Resposta
R1	13	Sim

Fonte: Autor, 2017.

Esta pergunta foi dirigida inicialmente aos alunos que haviam emitido a resposta R2 da pergunta P1, e então eles após debaterem este caso, responderam positivamente. Houve a concordância de toda a turma.

P3- Se o ônibus estivesse devagar e freiasse, você tenderia a ir para frente também neste caso?

Quadro 10. Resultados obtidos para a pergunta P3, episódio 2 da atividade 1

Respostas	Nº de respostas	Resposta
R1	13	Sim

Fonte: Autor, 2017.

Esta pergunta foi dirigida inicialmente ao aluno que havia emitido a resposta R3 da pergunta P1, que após rápida reflexão, respondeu positivamente. Houve a concordância de toda a turma.

P4- Alguns concordaram dizendo que a força com que o ônibus vinha empurrou os passageiros. No vídeo, ou mesmo quando ocorre com você dentro de um veículo qualquer, alguma força empurra você ou os passageiros para frente?

Quadro 11. Resultados obtidos para a pergunta P4, episódio 2 da atividade 1

Respostas	Nº de respostas	Resposta
R1	03	Sim
R2	10	Não

Fonte: Autor, 2017.

Esta pergunta foi inicialmente dirigida ao aluno que emitiu a resposta R4 da pergunta P1. Apenas dois alunos insistiram na existência de força. Para dirimir qualquer dúvida, voltei o vídeo ao início para que fosse verificado se alguém ou alguma coisa empurrou os passageiros. Todos foram unânimes em responder negativamente. Depois foi pedido aos alunos que levantassem a mão ao escolher sua resposta, caso sim ou não. A quantidade em cada caso foi registrada.

P5- Você concorda com a ideia de que se um corpo estiver em movimento, mesmo sem qualquer força agindo nele, ele tenderá a continuar em movimento, e “para sempre”?

Quadro 12. Resultados obtidos para a pergunta P5, episódio 2 da atividade 1

Respostas	Nº de respostas	Resposta
R1	11	Sim
R2	02	Não

Fonte: Autor, 2017.

Para os 02 (dois) alunos que não concordaram, foi necessário uma instigação adicional da forma: se um corpo está em movimento e ninguém ou nada o empurra ou o freia, sua velocidade vai se alterar? Neste caso foi lembrada a ausência de atrito que poderia freiar um corpo sobre uma superfície. Após refletir por uns instantes, esses alunos responderam “sim” à pergunta P5.

Conclusão da atividade 1

Por fim, foi reproduzido o vídeo V1 novamente e lembrado do que foi apurado sobre a inércia de repouso. Para a conclusão destas atividades, foi pedido aos alunos que escrevessem, com seu próprio vocabulário, como ele sintetizaria as ideias conclusivas da atividade 1. Para registrar, uma amostra com a resposta relatada por dois alunos, está mostrada nas figuras 22 e 23.

Registros da atividade 2 – Episódio 1

A segunda aula foi dedicada a atividade 2, em que se trabalhou a segunda lei de Newton. Neste dia a quantidade de alunos somava 16 alunos.

P1 - O que é necessário para que a aeronave comece a se movimentar?

Quadro 13. Resultados obtidos para a pergunta P1, episódio 1 da atividade 2

Ordem das respostas	Nº de respostas	Resposta
R1	05	Ela tem que ser acelerada.
R2	08	As turbinas tem que fazer força pra frente.
R3	03	O piloto tem que colocar toda a força das turbinas.

Fonte: Autor, 2017

Aqui já se observa em todas as respostas, que os alunos associam a necessidade de força para sair do repouso. Aos que emitiram a resposta R1 entraram com o elemento “aceleração”, que será contemplado na segunda lei. As respostas R2 e R3 são semelhantes mudando apenas o “agente” causador da força.

P2 - O que você observa na velocidade da aeronave?

Quadro 14. Resultados obtidos para a pergunta P2, episódio 1 da atividade 2

Ordem das Respostas	Nº de Respostas	Resposta
R1	16	Está aumentando

Fonte: Autor, 2017.

Esta resposta foi unânime, certamente pela facilidade de visualização do seu comportamento no velocímetro.

P3 – O que você observa na aceleração da aeronave, está constante ou variável?

Quadro 15. Resultados obtidos para a pergunta P3, episódio 1 da atividade 2

Ordem das respostas	Nº de Respostas	Resposta
R1	16	Está variando

Fonte: Autor, 2017.

Os alunos foram chamados a prestar atenção ao acelerômetro da aeronave, na parte inferior do vídeo. Assim como no caso anterior, a resposta foi emitida unanimemente, certamente pela facilidade de visualização do seu comportamento no acelerômetro. Ocorre porém que em um intervalo de tempo a aceleração ficou constante e os alunos não perceberam este comportamento, que foi constatado também nas respostas da pergunta P4.

P4- O fato de a velocidade está variando é devido à aceleração estar também variando?

Quadro 16. Resultados obtidos para a pergunta P4, episódio 1 da atividade 2

Ordem das respostas	Nº de Respostas	Resposta
R1	16	Sim

Fonte: Autor, 2017.

A resposta unânime foi “sim”. A chegada à resposta correta não se mostrou tão intuitiva, mas serviu para concluir que os alunos associavam variação de velocidade à presença de uma aceleração. Foi necessária então intervenção mediante outra observação do vídeo. Ela objetivou mostrar que mesmo com aceleração constante haveria variação de velocidade, o que ocorre entre os instantes 26 s e 38 s do vídeo.

P5 – Na cena compreendida entre os instantes 26 s e 38 s do vídeo, a aceleração variou ou ficou constante? e a velocidade continuou aumentando ou permaneceu também constante?

Quadro 17. Resultados obtidos para a pergunta P5, episódio 1 da atividade 2

Ordem das respostas	Nº de respostas	Respostas
R1	16	Constante ; continuou aumentando

Fonte: Autor, 2017.

Esta resposta foi unânime, certamente por constatarem ao olhar o acelerômetro e o velocímetro da telemetria, porém serviu muito bem para que entendessem que variação de velocidade está relacionada à presença de aceleração. Cabe registrar que apesar de usar o termo “variar” a todo instante, os alunos sempre se referiam ao termo “aumentar”.

P6 – Você concorda com a ideia de que, se em um corpo passa a atuar uma força, ele será acelerado, seja a aceleração constante ou não?

Quadro 18. Resultados obtidos para a pergunta P6, episódio 1 da atividade 2

Ordem das respostas	Nº de respostas	Respostas
R1	16	Sim

Fonte: Autor, 2017.

Esta resposta foi unânime, após pedir que, quem concordasse, levantasse uma das mãos.

P7 – Se o piloto fizer com que a força das turbinas aumente, de que modo isto afetará a aceleração? A aceleração é diretamente ou inversamente proporcional à força aplicada?

Quadro 19. Resultados obtidos para a pergunta P7, episódio 1 da atividade 2

Ordem das respostas	Nº de respostas	Respostas
R1	16	Aumentará ; diretamente

Fonte: Autor, 2017.

Esta resposta foi unânime, certamente por já saberem que a velocidade, desta forma iria aumentar “mais rapidamente”.

P8 – Se as turbinas dessa aeronave forem colocadas em uma outra com massa duas vezes maior, a aceleração neste caso será maior ou menor? A aceleração é diretamente ou inversamente proporcional à força aplicada?

Quadro 20. Resultados obtidos para a pergunta P8, episódio 1 da atividade 2

Ordem das respostas	Nº de respostas	Respostas
R1	12	Menor; inversamente
R2	04	Menor; diretamente

Fonte: Autor, 2017.

Para esta pergunta foi exemplificado à turma, caso a aeronave tivesse, por exemplo, 50 toneladas de massa e depois a massa de outra fosse para 100 toneladas. 12 (doze) alunos responderam corretamente. Porém 04 (quatro) se equivocaram na segunda parte da pergunta. Questionados sobre isto, foi escolhido um aluno para explicar e convencer os colegas a chegarem à resposta correta, o que ocorreu após a intervenção com argumentos de três alunos que haviam respondido corretamente. Não houve necessidade do professor, este autor, intervir mediante explicação àqueles quatro alunos. A

intervenção do professor foi necessária para se chegar à forma matemática da segunda lei, a seguir.

P9 – Tendo em vista a conclusão dos debates realizados nas preguntas P7 e P8, de que maneira, dentre as apresentadas no quadro, você pode expressar matematicamente a segunda lei?

Quadro 21. Resultados obtidos para a pergunta P9, episódio 1 da atividade 2

Ordem das respostas	Nº de respostas	Respostas
R1	14	F = m.a
R2	02	F = m/a

Fonte: Autor, 2017.

Para que os alunos pudessem chegar à forma correta para a segunda lei, o professor teve que escrevê-las com um pincel no quadro branco. Foi escolhido um primeiro aluno para emitir sua resposta, e em seguida outros alunos. Em alguns casos o aluno justificava a escolha. Para surpresa deste autor, 14 (quatorze) alunos concordaram com a primeira opção apresentada, e 02 (dois) alunos, optaram pela segunda resposta. Foi necessária uma intervenção para averiguar a causa de tal equívoco, e verifiquei que era necessário recordar brevemente o conceito de grandezas diretamente e inversamente proporcionais. Este episódio mostrou o quanto é imprescindível um conhecimento anterior a ser trazido pelos alunos ao serem encaminhados para a construção e aprendizagem de um novo conhecimento.

Registros da atividade 2 – Episódio 2

P1 – O que ocorreu à velocidade do caminhão durante a freagem?

Quadro 22. Resultados obtidos para a pergunta P1, episódio 2 da atividade 2

Ordem das Respostas	Nº de respostas	Respostas
R1	16	Diminuiu até parar.

Fonte: Autor, 2017.

Esta resposta foi unânime por ser evidenciada explicitamente do vídeo.

P2 – Tendo em vista a definição de aceleração, eu posso afirmar que na diminuição de velocidade está presente uma aceleração?

Quadro 23. Resultados obtidos para a pergunta P2, episódio 2 da atividade 2

Ordem das respostas	Nº de respostas	Respostas
R1	16	Sim

Fonte: Autor, 2017.

Esta resposta foi unânime, após terem sidos levados a lembrar dos argumentos levantados na atividade 3.

P3 – Por que a freagem fez a velocidade diminuir?

Quadro 24. Resultados obtidos para a pergunta P3, episódio 2 da atividade 2

Ordem das Respostas	Nº de respostas	Resposta
R1	08	Por que a força do freio pressiona as rodas.
R2	02	Ocorre igual na bicicleta. Quando fazemos força no freio do caminhão uma presilha prende na roda diminuindo a velocidade dela.
R3	01	A força que o motorista faz no freio á jogada para as rodas travarem.
R4	01	Tem um sistema que faz a força do freio com o pé ir para as rodas para fazer elas pararem de rodar.
R5	01	O freio serve para segurar as rodas e não deixar elas ficarem livres.
R6	03	A força que fazemos no freio serve para segurar a roda, tipo acontece na bicicleta, como o colega falou.

Fonte: Autor, 2017.

Esta atividade foi marcada pelo fato de que as respostas sempre vinham acompanhadas da ideia de força como elemento fundamental na redução de velocidade por meio do mecanismo usado no caso, o freio. Isto já abriu caminho para a conclusão.

Conclusão da atividade 2

Para terminar a atividade 2, foi lembrado que no vídeo V3 a força foi o agente que proporcionou o aumento do módulo da velocidade mediante a presença da aceleração, e no vídeo V4 a presença do mesmo agente físico, a aceleração proporcionou uma redução no módulo da velocidade. Foi pedido aos alunos que escrevessem, com seu próprio vocabulário, como ele sintetizaria as ideias conclusivas da atividade 2. Foi pedido que também colocassem a expressão matemática da segunda lei, tal qual haviam

encontrado por ocasião da pergunta P9 do episódio 1 desta atividade. Uma amostra da resposta de dois alunos é mostrada nas figuras 22 e 23.

Registros da atividade 3 – Episódio 1

A terceira aula foi dedicada à atividade 3, em que se trabalhou a terceira lei de Newton. Neste dia a quantidade de alunos somava 17 (dezessete) alunos.

P1 – Qual veículo possui maior massa, a caminhonete ou o automóvel?

Quadro 25. Resultados obtidos para a pergunta P1, episódio 1 da atividade 3

Ordem das respostas	Nº de respostas	Respostas
R1	17	A caminhonete

Fonte: Autor, 2017.

Esta resposta foi unânime e ao serem perguntados complementarmente por que, responderam que por ter a caminhonete maior peso. Tal pergunta objetivou intensificar no vocabulário do aluno o termo “massa” pois no cotidiano fala-se predominantemente em peso.

P2 – Você afirmaria que a força que um veículo “faz” no outro são de mesma direção, isto é, na horizontal, e seus sentidos são opostos?

Quadro 26. Resultados obtidos para a pergunta P2, episódio 1 da atividade 3.

Ordem das Respostas	Nº de respostas	Respostas
R1	17	Sim

Fonte: Autor, 2017.

Os alunos foram chamados a olharem com mais atenção a cena e verificar a direção dos movimentos e o sentido segundo o qual cada veículo amassa. Assim a resposta registrada foi unânime.

P3 – Pelos danos causados em cada veículo, você afirmaria que a força que a caminhonete aplicou no automóvel foi de intensidade igual, menor ou maior que a força que ela recebeu do automóvel?

Quadro 27. Resultados obtidos para a pergunta P3, episódio 1 da atividade 3

Ordem das respostas	Nº de respostas	Respostas
R1	15	Maior
R2	01	Igual

Fonte: Autor, 2017.

Figura 21. Aluno respondendo questionamento acerca das forças de ação e reação

Fonte: Autor, 2017.

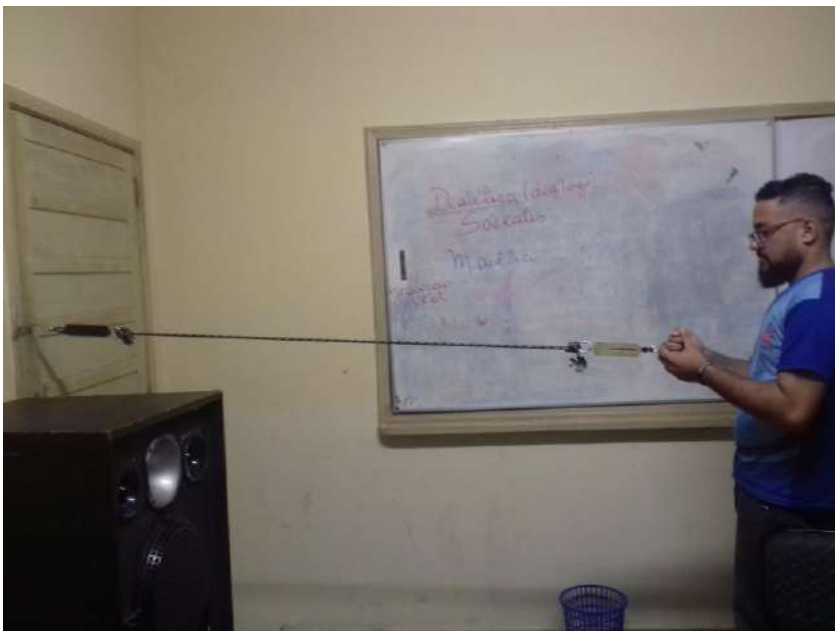
Após a pergunta foi dedicado o tempo de cerca de um minuto no qual o vídeo continuava mostrando a colisão, tempo este reservado para que os alunos refletissem. Em seguida foi escolhido um aluno para começar a “audiência” e após sua argumentação, outro aluno foi por ele indicado e assim sucessivamente. As justificativas das respostas orbitavam sempre em torno de conceitos de massa - esta predominante - e peso, exceto para o aluno que respondeu que as forças eram de iguais intensidades. Outros relatos diziam ser

maior a força aplicada pela caminhonete pelo fato de o automóvel ter ficado mais danificado.

O resultado não surpreendeu, visto que perceber que tais forças possuem módulos iguais não é tão intuitivo. Apenas 01 (um) aluno levantou a mão respondendo corretamente, como mostra a figura 21. Foi preciso então uma intervenção de modo a mostrar a relação entre as forças de ação e reação. Afirmo que uma intervenção desta forma não fez parte do planejamento inicial, mostrando que uma atividade de ensino sempre conterá fatores subjetivos e circunstanciais e cabe ao professor, mediante preparo e criatividade, suprir a tempo essas demandas.

Foi então planejado um aparato experimental simples, constituído por dois dinamômetros de mola - do tipo usado como balança – de mesmo modelo e um cabo flexível que foi fixado em cada dinamômetro. Em seguida dois alunos, de portes corporais diferentes, como mostra a figura 22, foram chamados para tracionar o cabo. Dois outros alunos foram convidados a verificar a marcação em cada dinamômetro e o valor visto em um era igual ao do outro dinamômetro, mesmo com um aluno tendo maior massa que a outra aluna.

Figura 22. Intervenção na qual um aluno usa dinamômetros para verificar a terceira lei de Newton



Fonte: Autor, 2017.

Para ratificar esta constatação, uma segunda experiência foi feita, na qual uma das extremidades do cabo foi fixada em uma das paredes da sala, como mostra a figura 23. Um aluno tracionou o cabo e novamente foi verificado que a marcação em um dinamômetro estava igual à do outro. Mostrou-se então que o valor da força que a parede aplica no aluno é igual à que o aluno aplica na parede. Vale registrar que, foi necessário nomear estas forças de “ação” e “reação”, pois estes vocábulos não poderiam surgir na estrutura cognitiva dos alunos com base somente na exibição dos vídeos.

Figura 23. Intervenção na qual dois alunos usam dinamômetros para verificar a terceira lei de Newton

Fonte: Autor, 2017.

<u>Registros da atividade 3 – Episódio 2</u>

P1 – Quem possui maior massa, o fuzil ou a “bala” disparada?

Quadro 28. Resultados obtidos para a pergunta P1, episódio 2 da atividade 3

Ordem das respostas	Nº de respostas	Respostas
R1	17	O fuzil

Fonte: Autor, 2017.

Esta resposta, obviamente bastante esperada, foi unânime e visou colaborar para assentar o termo “massa” no vocabulário e na estrutura cognitiva do aluno.

P2 – Após acionado gatilho da arma, o que impulsiona a bala pra frente?

Quadro 29. Resultados obtidos para a pergunta P2, episódio 2 da atividade 3

Ordem das Respostas	Nº de respostas	Resposta
R1	01	A pólvora que explode.
R2	05	O fuzil
R3	04	A força do fuzil
R4	05	A força do cartucho da bala
R5	02	A força do gatilho

Fonte: Autor, 2017.

As respostas da turma mostrava predominantemente a presença de uma força a impelir o projétil, se equivocando apenas quanto ao agente que originava a força. Comentei algo sobre o mecanismo final de disparo, a combustão da pólvora aprisionada no cartucho que um aluno havia mencionado, apenas como esclarecimento, sem que isso fosse importante para o objetivo da atividade.

P3 – Após o disparo, a arma também foi impulsionada, porém para trás, o que muitas pessoas chamam de “coice” da arma. Por quê?

As respostas, como mostrado no quadro 30, se mostraram bem objetivas quanto ao fator “força” presente na argumentação, mostrando a apreensão deste conceito não só em seu vocabulário e também em sua estrutura mental. Dois alunos citaram o termo “reação”, o que foi repetido nas argumentações de alguns outros alunos num segundo momento, o de suas conclusões. As respostas R2 e R3 mostram intuitivamente a intenção de denotar a igualdade de módulos nas forças de ação e reação. Seguiu-se um debate em torno desses argumentos, mostrando que as forças tinham a

mesma direção e sentidos opostos sem, contudo, entregar aos alunos a igualdade de módulos das forças de ação e reação.

Quadro 30. Resultados obtidos para a pergunta P3, episódio 2 da atividade 3

Ordem das Respostas	Nº de Respostas	Resposta
R1	07	A força que a pólvora fez ao impulsionar a bala, voltou também para o fuzil.
R2	04	A força na bala foi dividida também com o fuzil e empurrou ele para trás.
R3	04	A força que impulsionou a bala também foi feita no fuzil pra trás.
R4	02	É a reação por ter impulsionado a bala.

Fonte: Autor, 2017.

P4- Você afirmaria então que a força produzida pela explosão da pólvora foi “dividida” igualmente para impulsionar a bala e o fuzil em sentidos opostos, e que além disso elas são de valores iguais?

Quadro 31. Resultados obtidos para a pergunta P4, episódio 2 da atividade 3

Ordem das respostas	Nº de respostas	Respostas
R1	17	Sim

Fonte: Autor, 2017.

Esta resposta foi unânime, vinda após alguns alunos lembrarem que esta situação se assemelhava à anterior, da colisão entre dois veículos.

P5- Eu posso então denominar então estas forças de “ação” e “reação” como na atividade anterior?

Quadro 32. Resultados obtidos para a pergunta P5, episódio 2 da atividade 3

Ordem das respostas	Nº de respostas	Respostas
R1	17	Sim

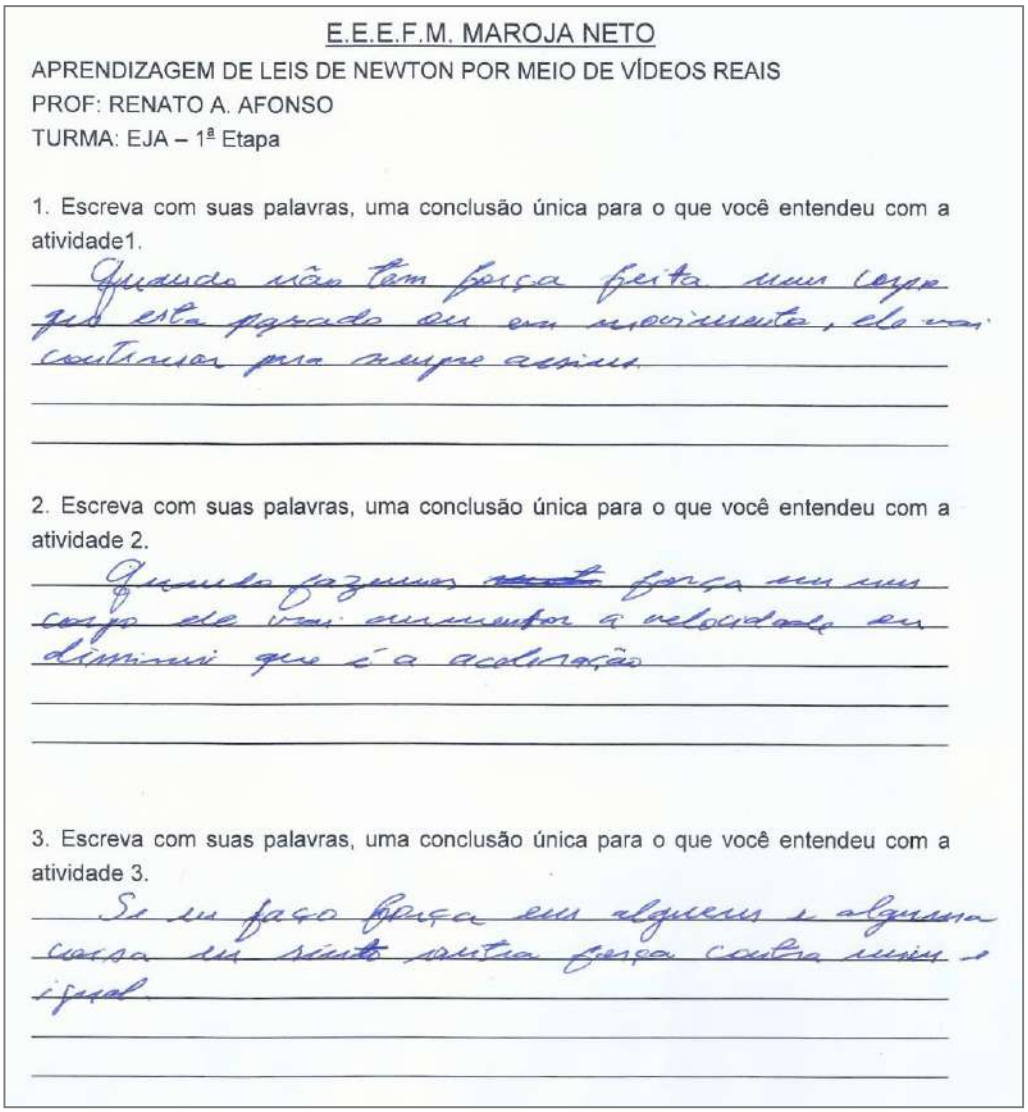
Fonte: Autor, 2017.

Para a conclusão desta atividade, foi pedido aos alunos que escrevessem, com seu próprio vocabulário, como ele sintetizaria as ideias conclusivas da atividade 3. Uma amostra das respostas de dois alunos, são mostradas nas figuras 24 e 25.

Conclusão da atividade 3

Nestas atividades estavam presentes 17 (dezessete) alunos. Foi solicitado aos alunos que escrevessem em uma folha entregue a eles, uma síntese com suas palavras das conclusões a que chegaram no final dos episódios 1 e 2. Foi apurado que 13 (treze) alunos responderam satisfatoriamente, de modo a ser considerado como correto. Verificou-se que 02 (dois) alunos não souberam se expressar e 2 (dois) nada escreveram. Nas figuras 24 e 25 tem-se uma amostra relativa à conclusão de dois alunos, denominados A e B.

Figura 24. Resultado conclusivo das três atividades feito pelo aluno A



E.E.E.F.M. MAROJA NETO

APRENDIZAGEM DE LEIS DE NEWTON POR MEIO DE VÍDEOS REAIS

PROF: RENATO A. AFONSO

TURMA: EJA – 1ª Etapa

1. Escreva com suas palavras, uma conclusão única para o que você entendeu com a atividade1.

Quando não tem força feita num corpo que esta parado ou em movimento, ele vai continuar pra sempre assim.

2. Escreva com suas palavras, uma conclusão única para o que você entendeu com a atividade 2.

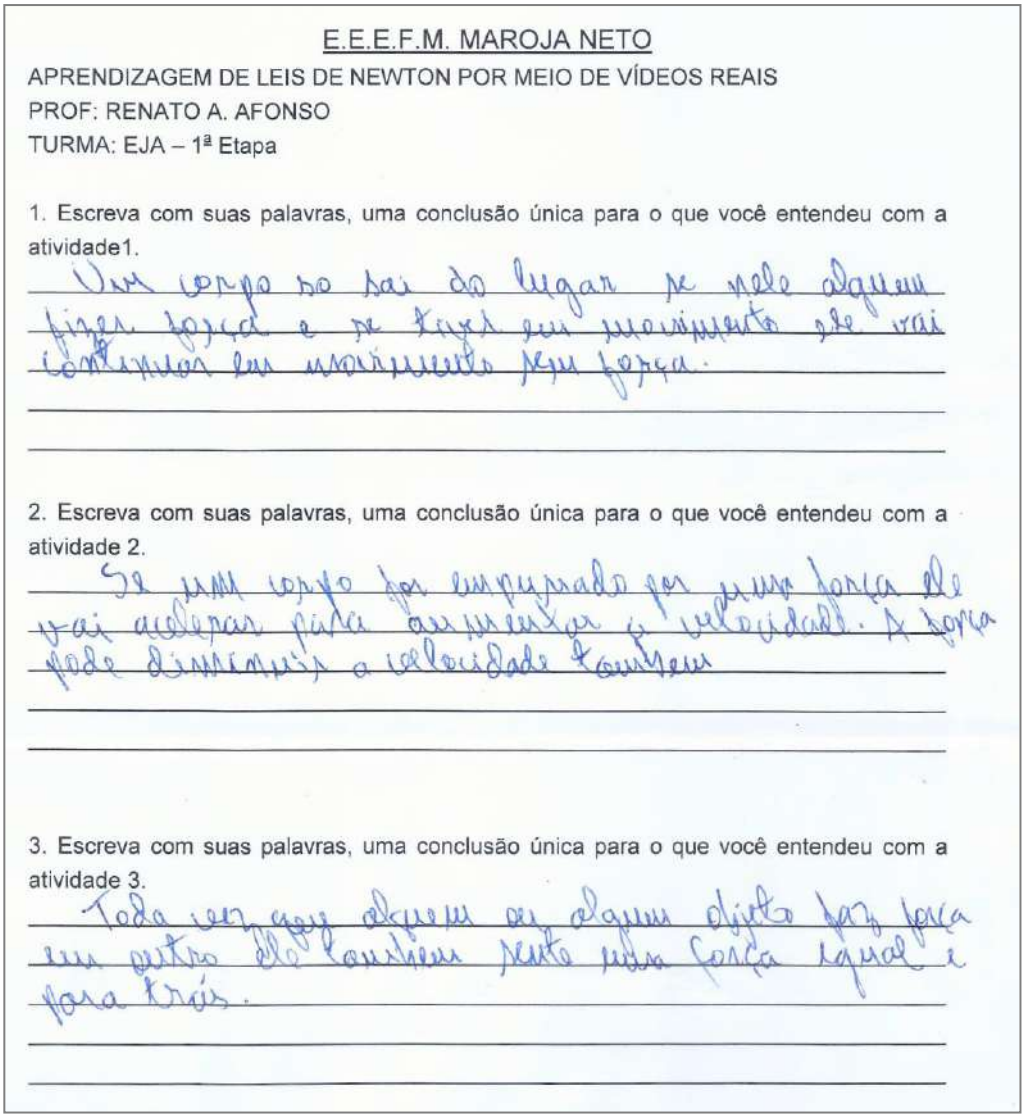
Quando fazemos ~~muita~~ força em um corpo ele vai aumentar a velocidade ou diminui que é a aceleração

3. Escreva com suas palavras, uma conclusão única para o que você entendeu com a atividade 3.

Se eu faço força em alguem e alguma coisa eu sinto outra força contra mim e igual.

Fonte: Autor, 2017.

Figura 25. Resultado conclusivo das três atividades feito pelo aluno B



E.E.E.F.M. MAROJA NETO

APRENDIZAGEM DE LEIS DE NEWTON POR MEIO DE VÍDEOS REAIS

PROF: RENATO A. AFONSO

TURMA: EJA – 1ª Etapa

1. Escreva com suas palavras, uma conclusão única para o que você entendeu com a atividade1.

Um corpo só sai do lugar se nele alguem fizer força e se tiver um movimento ele vai continuar um movimento sem força.

2. Escreva com suas palavras, uma conclusão única para o que você entendeu com a atividade 2.

Se um corpo for empurrado por uma força ele vai acelerar para aumentar a velocidade. A força pode diminuir a velocidade também

3. Escreva com suas palavras, uma conclusão única para o que você entendeu com a atividade 3.

Toda vez que alguem ou alguem objeto faz força em outro ele também sente uma força igual e para trás.

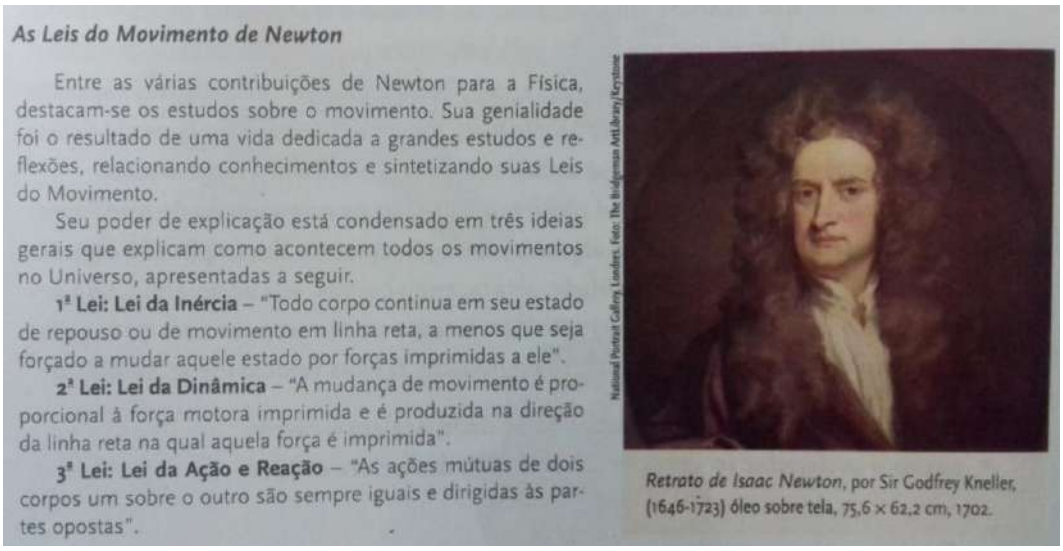
Fonte: Autor, 2017.

9.2 Culminância da aplicação do produto

O ponto culminante da estratégia didática de que trata esta dissertação, consistiu, ao fim a atividade 3, em mostrar ao aluno o resultado de seu próprio empenho, de seu esforço cognitivo e participativo em prol de seu aprendizado. Para tal foi pedido que pegassem o livro texto, do PNLD para a educação de jovens e adultos, como mostrada na figura 26. Chamei a atenção para a mensagem que nela havia. Pedi que um aluno por vez lesse em voz alta as leis que ali estavam escritas, e comparassem com o que haviam escrito em cada

conclusão das três atividades trabalhadas. Para surpresa e regozijo de todos, ali estavam suas conclusões na forma de leis, agora leis de Newton. Esta culminância foi de imprescindível, pois deixou em cada aprendiz a convicção de que ele foi também responsável pelo seu aprendizado, que para aprender não deve se submeter sempre a uma regra em que os conhecimentos já tidos como corretos, são destinados a ele sem discussões e debates. Nesse sentido, independente de qualquer fator de ordem técnica, administrativa ou social, o professor deve ter o compromisso de suscitar em seus alunos o sentimento e a certeza de que ele, aprendiz, deveria ser o centro de todo o processo educacional.

Figura 26. As leis do movimento de Newton no livro texto adotado



As Leis do Movimento de Newton

Entre as várias contribuições de Newton para a Física, destacam-se os estudos sobre o movimento. Sua genialidade foi o resultado de uma vida dedicada a grandes estudos e reflexões, relacionando conhecimentos e sintetizando suas Leis do Movimento.

Seu poder de explicação está condensado em três ideias gerais que explicam como acontecem todos os movimentos no Universo, apresentadas a seguir.

1ª Lei: Lei da Inércia – "Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento em linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas a ele".

2ª Lei: Lei da Dinâmica – "A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida".

3ª Lei: Lei da Ação e Reação – "As ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas às partes opostas".

National Portrait Gallery, London. Foto: The Bridgeman Art Library/Keystone

Retrato de Isaac Newton, por Sir Godfrey Kneller, (1646-1723) óleo sobre tela, 75,6 × 62,2 cm, 1702.

Fonte: Scrivano et al, 2013, p. 252

9.3 O produto educacional sob o olhar do aluno

A quarta parte da aplicação deste produto foi reservada para uma pesquisa acerca da atividade como um todo, ou seja, os alunos foram levados a julgar e opinar sobre suas percepções e sobre os quesitos principais da aplicação do produto educacional. Tal pesquisa foi executada em folha impressa contendo um questionário. É um instrumento necessário para se fazer uma leitura das potenciais qualidades do produto educacional diante da visão do aluno pois em razão deles é que este trabalho foi elaborado.

A pesquisa foi realizada no terceiro dia de aplicação do produto, ou seja, ao fim da atividade 3. A seguir tem-se a relação de perguntas e o resultado.

1. Você considera o uso de vídeos reais uma forma eficaz para o aprendizado de temas da física?
Sim ☐ Justificativa _____
Não ☐ Justificativa _____
Outra resposta _____

Com 17 (dezessete) alunos presentes pode-se apurar que 15 (vinte e cinco) responderam de forma positiva, “sim”. A penas 2 (dois) escreveram no campo “outra resposta”, um deles dizendo “mais ou menos, pois seria bom ter a matéria anotada no caderno também”, e outro que no mesmo campo escreveu que “seria bom se eu pudesse ter esses videos no meu celular para rever”. Reconheci que o comentário deste aluno soou como uma sugestão.

2. Os conceitos trabalhados na atividade prévia tiveram importância nos momentos em que se preparavam para emitir suas respostas.
Sim ☐ Justificativa _____
Não ☐ Justificativa _____
Outra resposta _____

Nesta solicitação, foi apurado que 14 (quatorze) alunos responderam “sim” e com 06 (seis) justificativas que se assemelhavam da forma: “para responder como o senhor pedia, com conceitos, tivemos que lembrar deles na hora de responder”. Dos três alunos que responderam negativamente, foi apurado que dois estavam ausentes na aula de atividade prévia. Isto mostra o quanto foi necessário e produtivo a verificação dos conhecimentos prévios feita na primeira parte das atividades.

3. Como você avaliaria os vídeos utilizados nas atividades?
3.1. Quanto à qualidade das imagens.
Ruim ☐ Justificativa _____
Razoável ☐ Justificativa _____

Boa ☐ Justificativa _____

Excelente☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

Nesta solicitação, 15 (quinze) alunos responderam “boa” e 02 (dois) responderam “razoável”. Neste caso a crítica era pertinente, pois alguns vídeos talvez tivessem sido gravados por câmeras de qualidade técnica limitada ou mesmo a mudança de formato que muitas vezes é exigida quando se coloca um vídeo na internet.

3.2. Você considera que os vídeos foram adequados e suficientes para o aprendizado?

Sim ☐ Justificativa _____

Não ☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

Nesta solicitação, 15 (vinte e dois alunos) responderam “sim”. Porém 02 (dois) responderam “não”, pedindo mais vídeos em vez de dois apenas para cada atividade. Sobre a adequação estes cinco alunos nada mencionaram, talvez por não perceberem isto na segunda parte da pergunta.

4. O tempo destinado às atividades foi suficiente para o aprendizado?

Sim ☐ Justificativa _____

Não ☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

Nesta solicitação, todos os 17 (dezessete) alunos responderam “sim”. É oportuno comentar que o tempo foi suficiente por ter sido trabalhado dois vídeos por aula. Quanto ao fato de alguns alunos sugerirem mais vídeos na pergunta 3.2, talvez não seja possível trabalhar com todos eles.

5. Quanto ao trabalho do professor, como você avalia a narração feita durante a reprodução dos vídeos, quer dizer, quanto à postura, às sinalizações feitas para as partes importantes das cenas, a clareza das palavras usadas, das perguntas e esclarecimentos feitos.

Ruim ☐ Justificativa _____

Razoável ☐ Justificativa _____

Boa ☐ Justificativa _____

Excelente☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

Nesta solicitação, os 16 (dezesseis) alunos responderam “excelente”, porém 01 (um) aluno respondeu “razoável” e na justificativa escreveu que algumas vezes havia sombra do professor projetada na tela.

6. Você se sentiu à vontade e com liberdade para expressar suas opiniões durante as atividades?

Sim ☐ Justificativa _____

Não ☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

Nesta solicitação, 13 (treze) alunos responderam “sim” e 4 (três) deram outra resposta. Dois deles disseram que eram um pouco tímidos. O segundo disse que ficou um pouco sem ação no primeiro dia, mas depois ficou à vontade. O terceiro disse que no primeiro dia achou estranha a aula daquela forma e depois vendo todos participarem sentiu-se seguro.

7. Como você avalia a atividade como um todo, isto é, nos seus aspectos gerais, relativo a tudo o que ocorreu em sala nos três dias de atividades?

Ruim ☐ Justificativa _____

Razoável ☐ Justificativa _____

Boa ☐ Justificativa _____

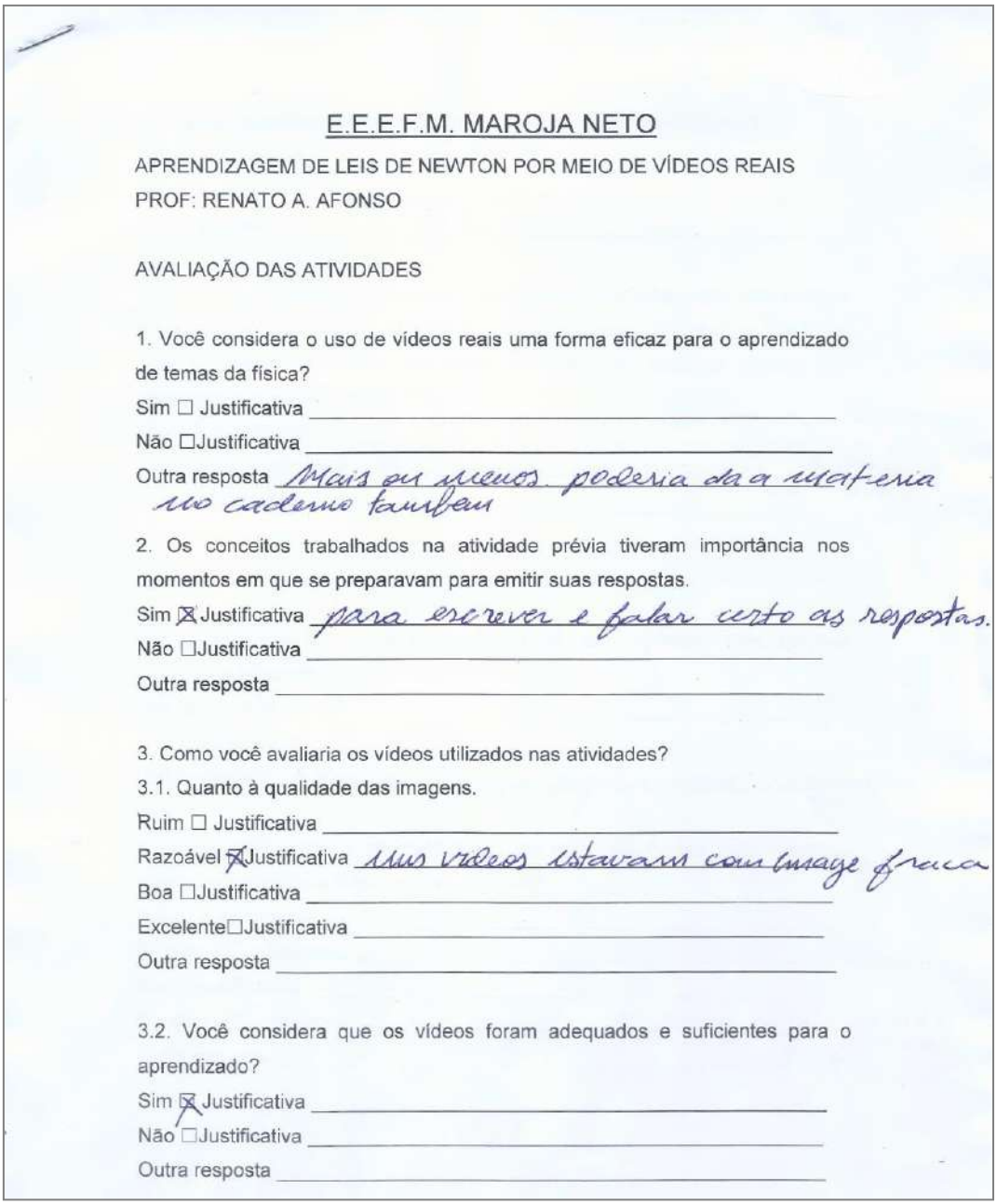
Excelente☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

Nesta solicitação, todos os 17 (dezessete) alunos responderam “excelente” e destes, 10 (dez) justificaram com comentários da forma: “com a aula assim a gente se interessa mais”, “agora a gente vê como a física é no nosso dia a dia”, “assim a gente entende melhor o assunto”, “assim a gente vê como a física

explica muitas coisas que acontecem na vida real", "com a aula assim o senhor botou a gente para pensar", "assim a aula foi muito mais interessante e deu para aprender o que vimos", "porque eu não sabia quanta coisa legal a física explicava", "foi divertido e deu pra entender tudo" e "tinha que ter mais aula desse jeito", "assim é bem melhor do que numa aula normal". Para registrar, nas figuras 27 (a) e (b) e 28 (a) e (b) temos uma amostra do questionário com as respostas de dois alunos, denominados A e B.

Figura 27 (a). Questionário com respostas do aluno A



E.E.E.F.M. MAROJA NETO

APRENDIZAGEM DE LEIS DE NEWTON POR MEIO DE VÍDEOS REAIS

PROF: RENATO A. AFONSO

AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES

1. Você considera o uso de vídeos reais uma forma eficaz para o aprendizado de temas da física?

Sim ☐ Justificativa _____

Não ☐Justificativa _____

Outra resposta Mais ou menos. poderia da a materia no caderno tambem

2. Os conceitos trabalhados na atividade prévia tiveram importância nos momentos em que se preparavam para emitir suas respostas.

Sim ☒ Justificativa para escrever e falar certo as respostas.

Não ☐Justificativa _____

Outra resposta _____

3. Como você avaliaria os vídeos utilizados nas atividades?

3.1. Quanto à qualidade das imagens.

Ruim ☐ Justificativa _____

Razoável ☒Justificativa uns vídeos estavam com image fraca

Boa ☐Justificativa _____

Excelente☐Justificativa _____

Outra resposta _____

3.2. Você considera que os vídeos foram adequados e suficientes para o aprendizado?

Sim ☒ Justificativa _____

Não ☐Justificativa _____

Outra resposta _____

Fonte: Autor, 2017

Figura 27 (b). Continuação do questionário com respostas do aluno A.

4. O tempo destinado às atividades foi suficiente para o aprendizado?

Sim ☒ Justificativa _____

Não ☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

5. Quanto ao trabalho do professor, como você avalia a narração feita durante a reprodução dos vídeos, quer dizer, quanto à postura, às sinalizações feitas para as partes importantes das cenas, a clareza das palavras usadas, das perguntas e esclarecimentos feitos.

Ruim ☐ Justificativa _____

Razoável ☒ Justificativa As vezes ficava sombra do Professor na tela.

Boa ☐ Justificativa _____

Excelente ☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

6. Você se sentiu à vontade e com liberdade para expressar suas opiniões durante as atividades?

Sim ☒ Justificativa _____

Não ☐ Justificativa _____

Outra resposta Mas no começo fiquei com vergonha.

7. Como você avalia a atividade como um todo, isto é, nos seus aspectos gerais, relativo a tudo o que ocorreu em sala?

Ruim ☐ Justificativa _____

Razoável ☐ Justificativa _____

Boa ☐ Justificativa _____

Excelente ☒ Justificativa Assim a gente ve pra que que serve a física.

Outra resposta _____

Fonte: Autor, 2017

Figura 28 (a). Questionário com respostas do aluno B.

E.E.E.F.M. MAROJA NETO

APRENDIZAGEM DE LEIS DE NEWTON POR MEIO DE VÍDEOS REAIS

PROF: RENATO A. AFONSO

AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES

1. Você considera o uso de vídeos reais uma forma eficaz para o aprendizado de temas da física?

Sim ■ Justificativa _____

Não ☐Justificativa _____

Outra resposta _____

2. Os conceitos trabalhados na atividade prévia tiveram importância nos momentos em que se preparavam para emitir suas respostas.

Sim ■ Justificativa _____

Não ☐Justificativa _____

Outra resposta _____

3. Como você avaliaria os vídeos utilizados nas atividades?

3.1. Quanto à qualidade das imagens.

Ruim ☐ Justificativa _____

Razoável ☐Justificativa _____

Boa ■Justificativa _____

Excelente☐Justificativa _____

Outra resposta _____

3.2. Você considera que os vídeos foram adequados e suficientes para o aprendizado?

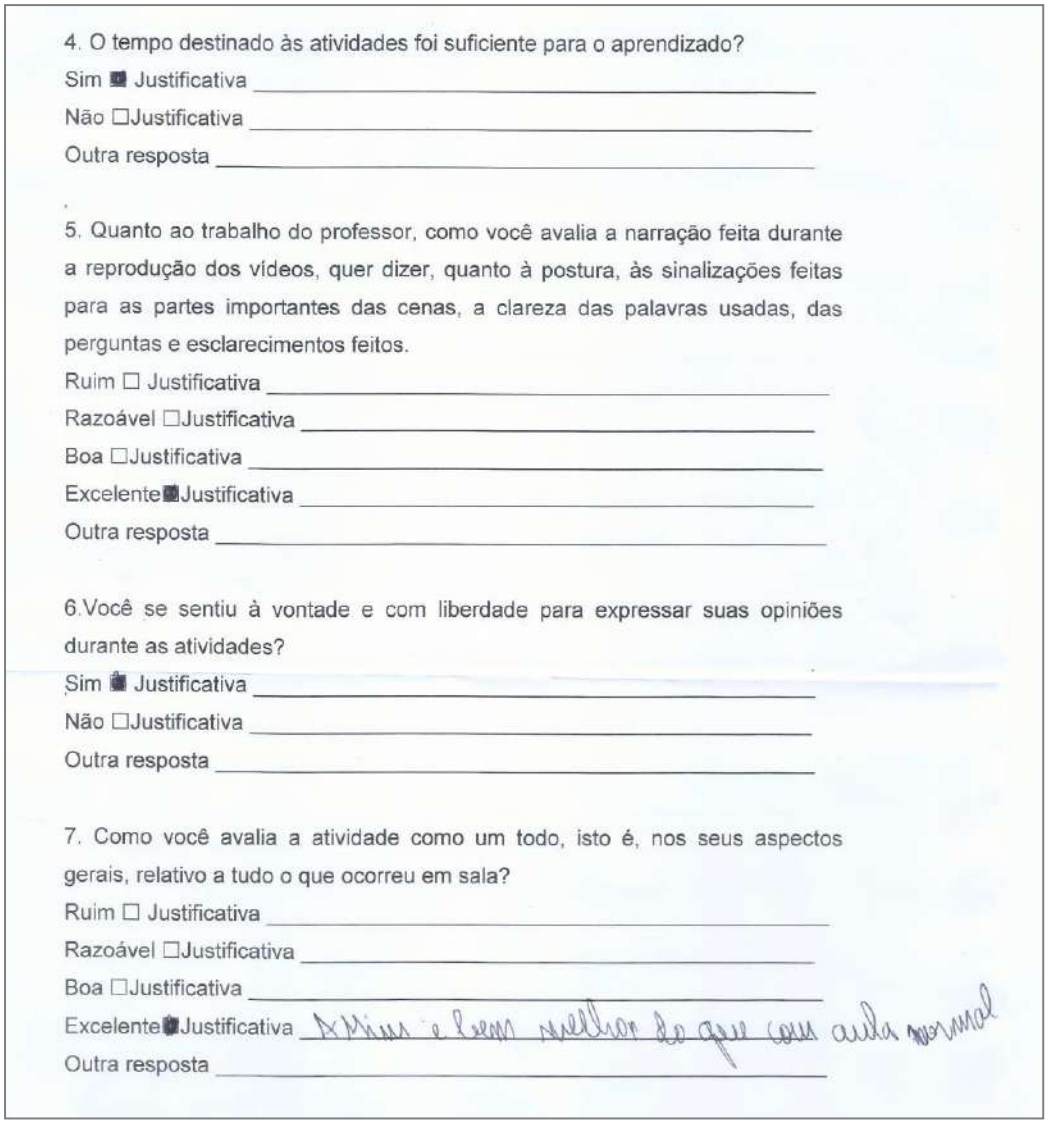
Sim ☐ Justificativa _____

Não ■Justificativa Deveria ter mais vídeo em toda aula de física

Outra resposta _____

Fonte: Autor, 2017

Figura 28 (b). Continuação do questionário com respostas do aluno B.



4. O tempo destinado às atividades foi suficiente para o aprendizado?

Sim ■ Justificativa _____

Não ☐Justificativa _____

Outra resposta _____

5. Quanto ao trabalho do professor, como você avalia a narração feita durante a reprodução dos vídeos, quer dizer, quanto à postura, às sinalizações feitas para as partes importantes das cenas, a clareza das palavras usadas, das perguntas e esclarecimentos feitos.

Ruim ☐ Justificativa _____

Razoável ☐Justificativa _____

Boa ☐Justificativa _____

Excelente■Justificativa _____

Outra resposta _____

6.Você se sentiu à vontade e com liberdade para expressar suas opiniões durante as atividades?

Sim ■ Justificativa _____

Não ☐Justificativa _____

Outra resposta _____

7. Como você avalia a atividade como um todo, isto é, nos seus aspectos gerais, relativo a tudo o que ocorreu em sala?

Ruim ☐ Justificativa _____

Razoável ☐Justificativa _____

Boa ☐Justificativa _____

Excelente■Justificativa Divertido e bem melhor do que uma aula normal

Outra resposta _____

Fonte: Autor, 2017

Os resultados mostraram que muitas leituras puderam ser feitas em decorrência da aplicação destas atividades. Leituras principalmente voltadas aos alunos. O primeiro aspecto reside no fato de que as atividades promoveram um interesse inicial dos alunos na medida em que houve um aumento na frequência, desde a atividade prévia até a culminância. Na primeira aula em que foi aplicada a exibição dos vídeos, haviam 13 (treze) alunos. Na segunda aula 16 (dezesseis) e na última 17 (dezessete) alunos. Isso mostra que a mudança de metodologia funcionou como elemento motivador na qual o aluno respondeu mediante sua frequência e interesse.

Outro aspecto, voltado para a metodologia do produto, é que este mostrou-se atraente e eficaz para os alunos. Eles não se “escondiam” mediante ausências ou manifestando falta de interesse em aprender ativamente com seu próprio esforço. Eficaz porque o processo como um todo mostrou que realmente ocorreu o aprendizado qualitativo e conceitual dos temas propostos, ao tempo em que estes conhecimentos construídos na estrutura cognitiva dos alunos ficaram estabelecidos como conhecimentos prévios para se prosseguir no aprendizado significativo de outros conteúdos da disciplina Física.

Capítulo 10
Considerações finais

A utilização de tecnologias em qualquer ramo de atividade humana se tornou uma necessidade e uma prova de que o homem deve seguir as necessariamente as tendentes transformações pelas quais passa a sociedade. De fato um automóvel hoje proporciona aos seus ocupantes, mais conforto, segurança e tecnologia embarcada, quando comparado a outro de mesma categoria fabricado há apenas cinco anos. A cozinha de uma residência é mais funcional e prática hoje do que há cinco anos.

Em educação, e mais incisivamente quando olhamos a docência em sala de aula, o cenário que encontramos de um modo geral, parece seguir alheio às mudanças provocadas pelo progresso e desenvolvimento. Os alunos se mostram desinteressados devido à estrutura da própria escola, à monotonia e previsibilidade das convencionais aulas tradicionais, lançando conteúdos que não valorizam o contexto do aluno e da vida além dos muros da escola. Para Moran (2014, p.33) se não mudarmos o rumo rapidamente, caminhamos para tornar a escola pouco interessante, irrelevante, somente certificadora.

A busca de situações reais do cotidiano por meio de vídeos foi a forma encontrada para levar o aluno a conhecer a Física e suas leis sendo verificadas no mundo em que vivemos. Assim a minha prática, após justificada reivindicação dos alunos, já se caminhava para ser vista como mais atraente e estimulante aos alunos, visto que a aula se realizaria em outro ambiente que não a sala de aula, com exibição de vídeos e com uma estratégia não tradicional, o que encorajou e gerou boas expectativas aos alunos, e cujos resultados mostraram o alto grau de aceitação por parte dos discentes.

Procurou-se dar solução às questões pedagogicamente problematizadas que induziram a realização desta proposta didática, mediante pressupostos teóricos e depois por meio da prática em sala de aula como forma de pesquisar a eficácia do método proposto. Foi visto então que, as inquietudes dos alunos requerendo uma aula mais estimulante, que mostrasse aplicações e constatações práticas da Física no cotidiano foi o elemento norteador. Uma ciência tão rica em relações com o cotidiano como é a Física não pode ser

mostrada de forma abstrata sem qualquer contextualização com a tecnologia, a cultura, o próprio homem, sua vida e a natureza. Antes de dominar os cálculos os alunos devem estar bem familiarizados com os conceitos e princípios fundamentais da Física, mas não apenas isto. Mais do que apresentar conceitos, o ensino de Física tem como proposta principal levar o aluno a perceber a presença dessa Ciência em seu cotidiano (Torres, Ferraro et al, 2016, p.295).

O planejamento deste produto educacional passou também por outra exigência, essa de minha parte, tendo em vista a estrutura limitada que podemos encontrar em uma escola pública: a abordagem demandaria recursos materiais mínimos. Isso se tornou facilmente factível, uma vez que se pode contar basicamente com o projetor digital de imagens e um dispositivo de armazenamento do tipo *pen drive* contendo os episódios em vídeo, de modo a não depender de acesso à *internet*.

Essas demandas no exercício de minhas funções como professor, me orientaram por um caminho pedagógico que pudesse incluir o ensino de Física como um produto que fizesse uso também de algumas dentre as várias modernas metodologias de ensino. Coube-me então como professor me sensibilizar diante dessas atuais e prementes demandas.

Neste trabalho portanto, foi elaborado uma abordagem pedagógica para o ensino e aprendizagem de Leis de Newton do movimento para alunos da Educação de Jovens e Adultos em uma escola pública. Tal abordagem fez uso de um conjunto de vídeos reais como material instrucional, num total de seis vídeos de curta duração retirados da plataforma de vídeos *Youtube*, na internet.

O referencial teórico no qual se apoiou este trabalho necessitou de dois alicerces pedagógicos, um de viés técnico, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) de Mayer (2005), e outro de natureza essencialmente didática, a Aprendizagem Ativa.

A TCAM é uma ferramenta de destacada importância para aqueles que desejam trabalhar com recursos multimídia no ensino e aprendizagem, em qualquer nível de instrução. Esta teoria, fundamentada a partir de descobertas recentes produzidas por pesquisas da psicologia educacional e da neurociência, orienta como o professor pode potencializar seus recursos

multimídia para dar mais eficácia ao processo de ensino ao trabalhar com recursos audiovisual. Com base nos 12 (doze) princípios elencados na TCAM parti em busca de vídeos que mostrassem cenas de fatos do cotidiano em uma variedade de situações. Houve um esforço no sentido de que os vídeos selecionados viessem a se aproximar ao máximo das prescrições da TCAM e ainda, dotados de mínima carga cognitiva, dessa vez ao olhar a Teoria da Carga Cognitiva de Sweller (1988).

Por conseguinte, os resultados da pesquisa aplicada com os alunos, bem como os resultados das três atividades mostraram que os vídeos foram bastante eficazes para a finalidade proposta, como mostra as figuras 27 (a) e (b) e 28 (a) e (b). Algumas sugestões dos alunos merecem atenção para futuras aplicações, como a de usar mais vídeos e não apenas dois para o aprendizado de cada lei de Newton, e disponibilizar os vídeos nos smartfones dos alunos. Esta sugestão foi muito instigadora a meu ver, pois demonstra que mais um aparato tecnológico pode ser incluído nas aulas, bastando um estudo sobre a forma como isto pode ser feito em apoio ao aprendizado com os vídeos reais.

A Aprendizagem Ativa, por sua vez, foi pesquisada e escolhida por tratar-se, segundo diversos educadores, como Villas Boas (2016, p.23), de qualquer estratégia ou método pedagógico que promova o engajamento dos estudantes no próprio processo de aprendizagem. Assim predominou toda a ação em sala de aula, tendo então a “audiência aberta” sido muito bem recebida e trabalhada pelos alunos. Os alunos se sentiram em condições de igualdade, estimulados a pensar, discutir com habilidade para argumentar, intervir, respeitar discordâncias e até mudar de opinião diante de argumentos mais consistentes de outros colegas, o que de fato ocorreu, quando diante dos debates uns alunos se sentiam à vontade para interagir, mudar de opinião.

A abordagem mediante o método de Audiência Aberta deu voz a todos os alunos como mostram os resultados de cada episódio, não importando para esta forma abordagem, o juízo advindo da resposta de cada aluno, mostrando ter sido plenamente eficaz o trabalho com a aprendizagem ativa.

Vale ressaltar o quanto foi de grande valia o estudo prévio realizado para a consecução da aplicação do produto. Foram apurados os necessários conceitos científicos estabelecidos na Física do corrente ano letivo e de anos

anteriores, ao mesmo tempo em que se contemplavam os conhecimentos do senso comum estabelecidos na estrutura mental dos alunos devido às sua vivências e experiências. Tal conhecimento, seja de que forma for, advindo da experiência se mostrou vantajoso ao ajudar a romper algumas barreiras, como a falta de um argumento mínimo, mostrando a importância de, segundo Martins (2013, p.5) valorizar seus saberes como ponto de partida para a construção do conhecimento científico. E isso ficou patente quando observamos que muitas das respostas foram emitidas com um coerente vocabulário conceitual.

Todos esses cuidados metodológicos foram essenciais para se constatar que os alunos se sentiram estimulados, não apenas com o aspecto atrativo de assistirem uma aula com exibição de vídeos, mas valorizaram as oportunidades para pensar, e expressar verbalmente suas ideias e questionamentos nas situações ligadas ao dia a dia imbuídas nos temas em estudo.

Por fim, chegando ao objetivo final, o ensino das leis de Newton, verificou-se por meio das respostas individuais conclusivas a cada episódio e a cada atividade, que a proposta didática deste produto educacional, foi validada como bem sucedida a ponto de ser solicitada pelos outras aulas com essa proposta, pondo-se como uma ferramenta dotada de grande potencial para o ensino de temas da Física.

Nesse sentido este trabalho constituiu-se em uma ferramenta voltada amplamente aos alunos e professores como forma de oferecer-lhes condições de aprender e ensinar alguns temas de uma disciplina que aos alunos tem sido apresentada de maneira bastante abstrata e descompromissada por parte do sistema educacional com que se deparam. O objetivo maior, de alcançar os alunos, também se estende a qualquer professor que se sinta convidado a utilizar esta estratégia de ensino e aprendizagem ficando à vontade para adaptá-la aos seus objetivos e necessidades.

Procurou-se mostrar neste trabalho que não há necessidade de grandes esforços por parte do professor ou de complexa logística de materiais, de modo que tudo pode ser realizado dentro da própria sala de aula, não justificando o ensino por meio das convencionais aulas tradicionais tampouco abrindo mão destas quando necessário. Importante foi constatar que um elo harmônico entre o método clássico, a Aprendizagem Ativa, e uma moderna ferramenta da

tecnologia, a TCAM, mostrou serem fortes aliados para dinamizar o aprendizado. Mas há que se envidar esforços, sugiro, para que aulas mediante aprendizagem ativa seja mais praticada em prol dos alunos.

Este trabalho mostrou sua eficácia fazendo da sala de aula um ambiente vivo e bastante ativo, com metodologia factível a qualquer ambiente educacional (público ou privado) e demandando poucos recursos materiais e vídeos de fácil acesso na internet. Desse modo mostra ser uma ferramenta pedagógica bastante promissora, apontando uma perspectiva futura de utilização com outras temáticas da Física.

No entanto, não é suficiente apontar uma direção a seguir ou considerar necessária uma mudança de rumos no ensino de Física em relação a uma prática reiteradamente imutável que induz uma perigosa resignação, por parte dos alunos e dos professores. Do discurso e da certeza da necessidade, às mudanças de atitudes e novas práticas, há uma longa e sinuosa estrada. E como toda estrada, ainda que tortuosa, nos levará a um lugar nunca antes visitado.

REFERÊNCIAS

ABIB, Maria L. V. S. A pesquisa em ensino de física e a sala de aula: articulações necessárias na formação de professor. *In*: Garcia, Nilson M. D; Higa, Ivanilda; Zimmermann, Erika; Silva, Cibelle C; Martins, André F. P. (org.). **A pesquisa em ensino de física e a sala de aula: articulações necessárias**. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

AGUIAR JÚNIOR, Orlando. **Mudanças conceituais (ou cognitivas) na educação em ciências**: revisão crítica e novas direções para a pesquisa. ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, n. 1, p. 1-25, jan-jun 2001.

ALMEIDA, Maria E. B. O computador portátil e a inovação educativa: das intenções à realidade. *In*: Almeida, Maria E. B; Dias, Paulo; Silva, Bento D. (org.). **Cenários de Inovação para a Educação na Sociedade digital**. São Paulo: Edições Loyola, 2013.

ALVES, Rubem. **A alegria de ensinar**. 3. ed. São Paulo: Ars Poética,1994.

ARAÚJO**,** José C.S. Fundamentos da metodologia de ensino ativa (1890-1931). In: Reunião Nacional da ANPEd, 27, 2015, Florianópolis: UFSC, 2015.

AUSUBEL, David P. ***Psicologia Educacional***. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BACICH, Lilian; Neto, Adolfo T; Trevisani, Fernando M. (org.) **Ensino Híbrido, personalização e tecnologia da educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

BARBOSA, E. F. & MOURA, D. G. **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**. B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, mai-ago, 2013.

BADDELEY, Alan; HITCH, Graham J. **Working Memory**. Scholarpedia 5(2) 3015, 2010.

BARCELOS, Valdo. **Educação de jovens e adultos**: currículos e práticas pedagógicas. 3 ed. Petrópolis, 2012.

BEBBEL, Damian O`Dwyer, Laura M. **Educational Outcomes and Research from 1:1 Computing Settings**. The Journal of Technology, Learning, and Assessment, cidade, v.9, n. 1. Jan 2010. Disponível em https://www.chatsworth.com.sg/uploaded/PDF_Forms/PDF_Images/Educationa

l_Outcomes_and_Research_from_1-1_Computing_Settings.pdf. Acesso em: 13 dezembro 2016.

BECKER, Fernando. **A escola como laboratório e não auditório**. 2008. Disponível em http://www.ihuonline.unisinos.br/artigo/2303-fernando-becker. Acesso em: 03 março 2018.

BEHRENS, Marilda A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. Curitiba: Champagnat, 2003.

BERBEL, Neusi A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes**. Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun, 2011.

BONWELL, Charles C.; EISON, James A. **Active learning**: Creating excitement in the classroom. Washington, George Washington University Press, 1991. Disponível em: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED336049.pdf. Acesso em 20 fevereiro 2016.

BRANSFORD, John D.; BROWN, Ann l.; COCKING, Rodney R. **Como as Pessoas Aprendem: Cérebro, Mente, Experiência e Escola**. São Paulo: Editora Senac, 2007.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal. Disponível em: http://legis.senado.leg.br/legislacao/ListaTextoSigen.action?norma=579494&id=16434803&idBinario=16434817. Acesso em 06 junho 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Ensino Médio Inovador**. Brasília: 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais Parte III** - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio**: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Física. Brasília: 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o ensino médio – Física**. v. 2. Brasília: 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Censo Escolar 2017**. Notas estatísticas. Brasília: 2018.

CACHAPUZ, António F. Do ensino das ciências: seis ideias que aprendi. *In*: Carvalho, Anna M. P; Cachapuz António F; Gil-Pérez, Daniel (org.). **O ensino das ciências como compromisso científico e social: os caminhos que percorremos**. São Paulo: Cortez, 2012.

CARVALHO, Anna M.P; Gil-Pérez, Daniel. **Formação de professores de ciências, tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, Anna M. P. Formação e prática profissional dos professores de física. *In*: Garcia, Nilson M. D; Higa, Ivanilda; Zimmermann, Erika; Silva, Cibelle C; Martins, André F. P. (org.). **A pesquisa em ensino de física e a sala de aula: articulações necessárias**. Livraria da Física. São Paulo, 2012.

CARVALHO JÚNIOR, G. D. **Aula de física, do planejamento à avaliação**. 1. ed. Livraria da física, São Paulo, 2011.

CERUTTI, Elisabete; Giraffa, Lucia M. M. **Educação e tecnologias**: decifrando caminhos na pesquisa e no ensino. Cerutti, Elisabete; Duarte Manoelle S. (org.). URI, Frederico Westph, 2015.

CHANDLER, Paul; Sweller, John. **Cognitive Load Theory and the Format of Instruction**.1991. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/48828982_Cognitive_Load_Theory_and_the_Format_of_Instruction. Acesso em 18 dez. 2015.

CLARK, R.; NGUYEN, F.; SWELLER, J. **Efficiency in Learning**: evidence-based guidelines to manage cognitive load. San Francisco: John Wiley & Sons, 2006.

COLL, César; MONEREO, Carles (Org.). **Psicologia da educação virtual** – Aprender e Ensinar com as Tecnologias da Informação e da Comunicação. Porto Alegre: Artmed, 2010.

COSTA, Fernando A. O potencial transformador das TIC e a formação de professores e educadores. *In* Almeida, Maria E.B; Dias, Paulo; Silva, Bento D. (Org.). **Cenários de Inovação para a Educação na Sociedade Digital**. São Paulo: Edições Loyola, 2013.

COSENZA, R; Guerra L. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

CRATO, Nuno. Rômulo de Carvalho: pode a pedagogia ser ativa e ao mesmo tempo dirigida? *In* Garcia, Nilson M. D; Higa, Ivanilda; Zimmermann, Erika;

Silva, Cibelle C; Martins, André F. P. (org.). **A pesquisa em ensino de física e a sala de aula: articulações necessárias**. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

CUNHA, Eugênio. Tecnologias digitais e inteligência: novas maneiras de aprender e ensinar. In: Pedro, W. (org.) **Guia prático da neuroeducação**. Rio de Janeiro: Wak, 2017.

DELIZOICOV, Demétrio; Angotti, José A; Pernambuco Marta, M. **Ensino de Ciências, fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DEWEY, John. **Vida e educação**. 10. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

DOCA, Ricardo H; Biscuola, Gualter J; Villas Bôas, Newton. **Física I: mecânica**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

EINSTEIN, A. **Como Vejo o Mundo**. São Paulo: Círculo do Livro Ltda, 1998.

FERRARI, Márcio. **John Dewey, o pensador que pôs a prática em foco**. Disponível em: https://novaescola.org.br/conteudo/1711/john-dewey-o-pensador-que-pos-a-pratica-em-foco. Acesso em 06 outubro 2017.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 2. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GARCIA, Sônia M.S. A construção do conhecimento segundo Jean Piaget. **Ensino em re-vista**. jul. 97- jun. 1998, p. 17-28, 1997. Disponível em: ww.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/download/7833/4940. Acesso em 12 maio 2017.

GIRCOREANO, José P; Pacca Jesuína L.A. O ensino da óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão**. Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 18, n. 1, p. 26-49, 2001.

GUDWIN'S, Ricardo. **Aprendizagem Ativa**. Ricardo Gudwin´s home page. Disponível em < http://faculty.dca.fee.unicamp.br/gudwin/activelearning> Acesso em 12 fevereiro 2017.

GUERRA, Leonor B. **O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades.** Disponível em https://www2.icb.ufmg.br/neuroeduca/Arquivo/
texto_teste.pdf. Acesso em 02 julho 2014.

HENRIQUES, Vera B; Prado, Carmen P.C; Vieira, André P. Editorial convidado: Aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.

36, n. 4, 2014. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/364001.pdf. Acesso em 14 jan. 2016.

HERREID, C. F. **Case studies in science: A novel method for science education**. Journal of College Science Teaching. 1994. Disponível em http://sciencecases.lib.buffalo.edu/cs/pdfs/Novel_Method.pdf. Acesso em 20 fevereiro 2016.

INFORSATO Edson C; Santos Robson A. **A preparação das aulas**. **Caderno de formação de professores**. V.1. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011.

KAZUHITO, Yamamoto; FUKE, Luiz F. **Física para o Ensino Médio**. v.1, ensino médio: manual do professor. São Paulo: Saraiva, 2015.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. Tradução Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999.

LOPES, Jacira S.S; Alonso, Kátia M; Maciel, Cristiano. Sobre professores e suas concepções: as tecnologias de informação e comunicação e os processos do ensinar e aprender. *In:* Mill, Daniel (Org.). **Escritos sobre educação: desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes**. São Paulo: Paulus, 2013.

LUZ, Antônio M. R; Álvares, Beatriz, A; Guimarães, Carla C. **Física conceitos e aplicações**. 2 ed. São Paulo: Scipione, 2018.

MACHADO, Nilson J. **Conservação/Transformação**: os desvios do reacionarismo e da conformação – microensaios. Seminários de Estudos em Epistemologia e Didática (SEED), Ano XVII, 1º semestre. São Paulo: USP, 2013.

MANACORDA, Mario A. **História da Educação, da antiguidade aos nossos dias**. Tradução Gaetano Lomonaco. 3 ed. São Paulo: Cortez, 1992.

MARTINS, Edneia. **Conhecimento científico e senso comum: ensino de ciências na educação de jovens e adultos**. Disponível em http://cac-php.unioeste.br/eventos/serprof/anais/trabalhos/artigo/artigo/32.pdf. Acesso em 04 junho 2016

MAYER, Richard E. **Elements of a science of e-learning**. J. Educational computing research, v. 29, p. 297-313, 2003. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/0918/d3fc0381e70d8870b777842c33bb123b0cae.pdf. Acesso em 07 out. 2016.

MAYER, Richard E. **Using multimedia for e-learning**. Journal of computer assisted learning. v. 33, p. 403-423. California, 2017.

MAYER, Richard E. **Cognitive theory of multimedia learning**. The Cambridge handbook of multimedia learning, p. 31-48. New York: Cambridge University Press, 2005.

MAYER, Richard E. **Applying the Science of Learning: Evidence-Based Principles for the Design of Multimedia Instruction.** American psychologist. 760-769. 2008. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/7d43/a20b8f32929afb8d16e5ad1998b6507c185c.pdf?_ga=2.230062300.1516670264.1543707538-434088816.1543707538. Acesso em 12 mai. 2017.

MAYER, Richard E. **The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media**. Learning and Instruction. v.13, p. 125-139, Pergamon, 2003. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/2b8c/79f897960dbc7a4c51ad3ee35b19bd5e0bd9.pdf?_ga=2.38286435.1516670264.1543707538-434088816.1543707538. Acesso em 07 jan. 2016.

MAYER, Richard E.; Anderson, Richard B. **The Instructive Animation: Helping Students Build Connections Between Words and Pictures in Multimedia Learning**. Journal of Educational Psychology, v. 84, n. 4, p. 444-452, 1992.

MAYER, Richard E.; Moreno, Roxana. **Engaging Students in Active Learning: The Case for Personalized Multimedia Messages**. Journal of Educational Psychology, v. 92, n. 4, p. 724-733, 2000. Disponível em: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.497.9041&rep=rep1&type=pdf. Acesso em 04 fev. 2016.

MEDEIROS, A. MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física**. Coleção Explorando o Ensino. v.7. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

MENEGOTTO, Carlos J; Rocha Filho, João B. Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 7, n.2, 2008. Disponível em

http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART2_Vol7_N2.pdf. Acesso em 10 março 2017.

MORAES, José U. P. **A visão dos alunos sobre o ensino de física: um estudo de caso**. Scientia Plena. v. 5, n. 11, 2009. Disponível em https://scientiaplena.emnuvens.com.br/sp/article/download/736/392. Acesso em 12 agosto 2017.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. *In*: Souza, Carlos A.; Morales, Ofelia E. T. (org.). **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania**: aproximações jovens. v.2. Coleção Mídias Contemporâneas, 2015.

MORÁN, José. **O vídeo em sala de aula**. São Paulo, Comunicacão e Educação (2), p.27-35, jan-abr 1995. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-ontent/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. Acesso em 06 mai. 2017.

MORÁN, José. Novos modelos de sala de aula. **Educatriz**, São Paulo, Ano 4, n.7, Moderna, 2014.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/taef/v24_n4_moreira.pdf. Acesso em 08 jun. 2017.

MOUSAVI, S. Y.; R. LOW; SWELLER, J. Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes**. Journal of Educational Psychology**. p. 319-334, 1995.

MUNARI, Alberto. Jean Piaget. **Coleção Educadores**, Brasília, 2010.

NEWTON, Isaac. **Princípios matemáticos de filosofia natural**. v.1. Tradução Trieste Ricci *et al*. São Paulo: Edusp, 1990.

NOVAIS, Vera L. D. As novas tecnologias e sua expressiva contribuição para o ensino das Ciências no Ensino Médio. *In* Almeida, Maria E. B.; Moran, José M. (org.). **Integração das Tecnologias na Educação** - Salto para o Futuro. Brasília: Seed/Mec, 2005.

OLIVEIRA, Luiz R.; CAVALCANTE, Lidia .E.; SILVA, Andréa S.R.; ROLIM, Raquel M. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem e suas convergências com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação**. Disponível em https://eprints.ucm.es/34562/1/146-de Oliveira_metodologias-ensino-aprendizagem.pdf. Acesso em 12 jun. 2017.

PERRENOUD, Philippe. **Novas Competências para Ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PINTO, A. S. S.; Bueno, M. R. P.; Silva, M. A. F. A.; Sellman, M. Z.; Koehler, S. M. F. **Inovação Didática** - Projeto de Reflexão e Aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior: uma experiência com peer instruction. Janus. ano 6, v.9, n. 15, janeiro-julho, p.75-87, 2012. Disponível em: http://publicacoes.fatea.br/index.php/janus/article/view/582/412. Acesso em 19 mar. 2016.

PONS, Margarita M. **El vídeo en el aula**. Universidad de Huelva, 2004. Disponível em http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/6649/Video_en_el_aula.pdf . Acesso em 12-01-2017.

PORTILHO, Evelise. M. L. **Como se Aprende? Estilos, estratégias e metacognição.** Rio de Janeiro: WAK, 2009.

RAMOS, José L. P. Recursos educativos digitais potencialmente inovadores ou oportunidades de acrescentar valor à aprendizagem. *In* Almeida, Maria E.B.; Dias, Paulo.; Silva Bento D. (Org.). **Cenários de Inovação para a Educação na Sociedade Digital**. São Paulo: Edições Loyola, 2013.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; Ferraro, Nicolau G.; Soares, Paulo A. T. **Os fundamentos da Física**. v.1. São Paulo: Moderna, 2015.

RESENDE, Giovani; MESQUITA, Maria G. B. F. Principais dificuldades percebidas no processo ensino-aprendizagem de matemática em escolas do município de Divinópolis, MG. **Educação, matemática, pesquisa**. São Paulo, v.15, n.1, p.199-222, 2013.

RIBEIRO, Luis R. C.; Oliveira, Marcia R. G.; MILL, Daniel. Tecnologia e educação: aportes para a discussão sobre a docência na era digital. *In* Mill, Daniel (Org.). **Escritos sobre educação**: desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes. São Paulo: Paulus, 2013.

RODRIGUES, Eric F. A avaliação e a tecnologia. *In* Bacich, Lilian.; Tanzi Neto, Adolfo.; Trevisani, Fernando M. (org.). **Ensino Híbrido, personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

SCHNEIDER, Fernanda. Otimização do espaço escolar. *In* Bacich, Lilian.; Tanzi Neto, Adolfo.; Trevisani, Fernando M. (org.). **Ensino Híbrido, personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

SCRIVANO, Carla N. *et al*. **Ciências da natureza e matemática ensino médio**. 3. ed. São Paulo: Global, 2013. Coleção viver e aprender. Educação de Jovens e Adultos. PNLD 2016.

SILBERMAN, Mel. **Aprendizaje activo**: 101 estrategias para enseñar cualquier tema. Tradução Adriana Oklander. 5. ed. Buenos Aires: Troquel, 2006.

SILVA, Leonardo W; **Internet foi criada em 1969 com o nome de "Arpanet" nos EUA**. São Paulo: Folha de São Paulo, 2001. Disponível em https://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u34809.shtml. Acesso em 02 março 2018.

SILVA NETO, Manoel J. **Ensino de Física experimental com uso da modelagem matemática.** São Paulo: Livraria da Física, 2018.

SILVEIRA, Denise T.; CÓRDOVA, Fernanda P. A pesquisa científica. *In* Gerhardt, Tatiana E.; Silveira, Denise T. (org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

SILVEIRA, Marisa, R.A. A **Dificuldade da Matemática no Dizer do Aluno: ressonâncias de sentido de um discurso**. Porto Alegre: Educ Real, v. 36, n. 3, p. 761-779, set-dez. 2011. Disponível em http://www.ufrgs.br/edu_realidade. acesso em 11 abr. 2017.

SOUZA, Nelson, P. C. **Teoria da Carga Cognitiva: origem, desenvolvimento e diretrizes aplicáveis ao processo ensino-aprendizagem**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, 2010.

SOUZA, Nelson, P. C. **Investigando o efeito do deslocamento do olhar:** implicações para o Princípio da Atenção Dividida. 2015. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, 2015.

SWELLER, John. **Cognitive load during problem solving: effects on learning**. Cidade: Cognitive Science, 12, 257-285. 1988. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1207/s15516709cog1202_4. Acesso em 13 abril 2016.

TORRES, Carlos M.A. et al. **Física, Ciência e Tecnologia**. v.1. ensino médio: manual do professor. 4 ed. São Paulo: Moderna, 2016.

UFPA. **História da informática e da internet**. 2015. Disponível em http://www.ufpa.br/dicas/net1/int-hind.htm. Acesso em 03 jul. 2017.

VALADARES, Eduardo C. Novas estratégias de divulgação científica e de revitalização do ensino de ciências na escola**.** Brasília: **Coleção explorando o ensino** - Física. v. 7. Disponível em http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/EnsMed/expensfisica.pdf. Acesso em 05 jan. 2016.

VALENTE, José A. As Tecnologias e as verdadeiras Inovações na Educação. *In* Almeida, Maria E.B.; Dias, Paulo.; Silva Bento D. (Org.). **Cenários de Inovação para a Educação na Sociedade Digital**. São Paulo: Edições Loyola, 2013.

VALIM, Maurício; COSTA, Soraya. **Tudo sobre televisão**. Disponível em: http://www.tudosobretv.com.br/histortv/tv60.htm. Acesso em 16 fev. 2017.

VAN MERRIENBOER, J.J.G.; KESTER, L. PAAS. Teaching complex rather than simple tasks: Balancing intrinsic and germane load to enhance transfer of learning. Applied Cognitive Psychology. **Applied Cognitive Psychology**, p. 343-352, 2006. Disponível em: http://mrbartonmaths.com/resourcesnew/8.%20Research/Explicit%20Instruction/Teaching%20Complex%20Tasks.pdf. Acesso em 01 set. 2016.

VEIT, Eliane A;. MORS, Paulo M;. TEODORO, Victor D. Ilustrando a segunda lei de Newton no século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.24, n.2, 2002.

VILLAS BOAS, Valquíria. **Estratégias e Métodos de Aprendizagem Ativa** – Uma Introdução. Disponível em http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/3/Workshop%204%20-%20Estrategias%20e%20Metodos%20de%20Aprendizagem%20%20Ativa.pdf. Acesso em 20 jan. 2017.

WARSCHAUER, Mark. Information Literacy in the Laptop Classroom. **Teachers College Record***, v.*109, n.11, 2007. Disponível em https://pdfs.semanticscholar.org/73cc/31527595a0f8546f3b2d527d015bf70d8510.pdf. Acesso em 04 jul. 2017.

POR QUE EM 2019 '1 KG' JÁ NÃO PESARÁ '1 KG'. **O Globo**, Rio de Janeiro. Disponível em: https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/por-que-em-2019-1-kg-ja-nao-pesara-1-kg.ghtml. Acesso em 12 dez. 2017.

CARRO ATOLADO NO BARRO, 2012. 1 vídeo (34 seg). Disponível em: www.youtube.com/watch?v=RYUV7_XH9jI. Acesso em 12 jan. 2016.

ACIDENTE DE ÔNIBUS CÂMERA INTERNA, 2015. 1 vídeo (11 seg). Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=GL9_Pw8lp1k. Acesso em 12 fev. 2016.

QUAL É A VELOCIDADE QUE UM AVIÃO DECOLA? TELEMETRY GOPRO HERO 5 BLACK, 2017. 1 vídeo (03min53seg). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=8mSOij_N0z8. Acesso em 20 mai. 2017.

MOTORISTA BOM DE BRAÇO, 2012. 1 vídeo (02min11seg). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=8jAnGPPAk8E. Acesso em 16 jan. 2016.

FORD F150 AND HONDA CIVIC FRONTAL CRASH TEST, 2011. 1 vídeo (01min14seg). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=B69WwBKn42I. Acesso em 08 fev. 2016

ACIDENTES COM ARMAS DE FOGO, 2012. 1 vídeo (05min44seg). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=kMSlDNFTzAk. Acesso em 10 out. 2015.

MELHORES ACIDENTES COM ARMAS DE FOGO, 2018. 1 vídeo (05min05seg). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Hl6_dxxVRtw&t=2s. Acesso em 13 mai. 2018.

APÊNDICE

PRODUTO EDUCACIONAL

O USO DE VÍDEOS REAIS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA APRENDIZAGEM DE LEIS DE NEWTON DO MOVIMENTO

APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta um produto educacional produzido a partir da dissertação exigida no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF – oferecido pela Sociedade Brasileira de Física – SBF – e realizado na Universidade Federal do Pará.

Intitulado VÍDEOS REAIS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA APRENDIZAGEM DE LEIS DE NEWTON DO MOVIMENTO, este trabalho, além de trabalhar o ensino deste tema da Física, objetiva também oferecer uma proposta de ensino e aprendizagem mediante práticas que fogem da maneira tradicional e convencional das aulas ministradas em sala. Visando levar a cabo este produto, foi planejado o uso de vídeos a serem exibidos nas aulas como recurso instrucional. Como suporte teórico recorreu-se aos preceitos da Aprendizagem Ativa, especificamente por meio do método denominado “audiência aberta”, e à Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia – TCAM – de Mayer.

Este produto foi originalmente produzido para se trabalhar com turmas da Educação de Jovens e Adultos, mas pode ser utilizado, tendo em vista o tema “leis de Newton” para as turmas regulares do primeiro ou segundo ano do ensino médio, mediante alterações e adaptações que o professor considerar necessário. Espero então que este material seja relevante e sugestivo na medida em que o estimule a promover uma aula mais eficaz mostrando aos alunos “para o que serve a Física”, incentivando e permitindo a eles o acesso a uma construtiva participação em prol de sua própria aprendizagem.

1 INTRODUÇÃO

Como qualquer material didático, e no caso em questão o produto educacional aqui proposto, requer do educador alguns pré-requisitos não somente quanto à capacidade de manuseio dos equipamentos envolvidos, mas também quanto ao entendimento das particularidades teórico-pedagógicas do processo como um todo. Isso visa a facilitar a aplicação do produto e consequentemente torna-lo didaticamente viável e eficaz quando dirigido à aprendizagem do aluno.

Este produto foi originalmente concebido para ser um apoio às aulas de Física em uma escola pública e mais especificamente para alunos do ciclo da educação de jovens e adultos do período noturno. Trata-se de uma instituição com limitados recursos estruturais e por isso foi planejado um produto que utilizasse o mínimo de material e praticamente sem custo financeiro.

Ainda assim qualquer profissional do magistério poderá, com as adaptações que achar necessário, aplica-lo em turmas regulares do ensino médio, pois o núcleo deste produto – uso de vídeos reais – se mostrou muito atrativo e eficaz para a aprendizagem das leis de Newton do movimento.

OBJETIVO GERAL

Promover a facilitação da aprendizagem na disciplina Física com a participação ativa dos discentes mediante a utilização de recursos de tecnologia de audiovisual.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

▶ Descrever uma abordagem pedagógica para o aprendizado das Leis de Newton mediante a Aprendizagem Ativa visando suscitar a iniciativa e a participação dos alunos potencializando condições para que demonstrem atitudes reflexivas e questionadoras.

▶ Disponibilizar um produto educacional em que a exposição de vídeos reais calcado na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, de Mayer – TCAM – seja verificada como uma potencial ferramenta de auxílio ao ensino e aprendizagem das leis de Newton.

CONTEÚDOS PARA A APRENDIZAGEM

Os conteúdos contidos no currículo escolar da disciplina Física para o nível da primeira etapa do ensino médio da EJA, e também do ensino médio regular são as leis de Newton do movimento. São princípios que dão início ao capítulo denominado de Dinâmica nos livros textos. São elas segundo Torres, et al (2016, p. 98):

● 1ª Lei de Newton ou princípio da inércia – Todo corpo permanece em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que uma força nele aplicada o faça mudar esse estado.

● 2ª Lei de Newton ou princípio fundamental da dinâmica – A força resultante $\vec{F}_{res}$ que age num corpo de massa *m* produz uma aceleração $\vec{a}$ tal que: $\vec{F}_{res} = m.\vec{a}$

● 3ª Lei de Newton ou princípio da Ação e Reação – Quando um corpo A exerfe uma força $\vec{F}_A$ num corpo B, este exerce em A uma força $\vec{F}_B$. As forças $\vec{F}_A$ e $\vec{F}_B$ têm a mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos.

● **Primeira lei de Newton** (Lei da inércia de Galileu): Na ausência de forças, um objeto em repouso continua em repouso e um objeto em movimento move-se em linha reta com velocidade constante (Luz et al, 2017, p.87).

● **Segunda lei de Newton**: A aceleração que um objeto adquire é diretamente proporcional à resultante das forças que atuam nele e tem a mesma direção e mesmo sentido dessa resultante. A expressão $\vec{F}_R = m.\vec{a}$ é a expressão matemática da segunda lei de Newton. (Luz et al, 2017, p.115).

● **Terceira lei de Newton** (Lei da ação e reação): A toda força de ação corresponde uma de reação, de modo que essas forças têm sempre mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos, estando aplicadas em corpos diferentes (Doca et al, 2013, p.91).

CARGA HORÁRIA

Como referência para um cronograma de aplicação do produto, a partir da experiência obtida com o trabalho na turma, a quantidade de aulas reservadas e o tempo destinado a cada atividade são:

▷ Atividade prévia: 1 encontro de 70 minutos

▷ Atividade 1 (Primeira lei de Newton): 1 encontro de 70 minutos

▷ Atividade 2 (Segunda lei de Newton): 1 encontro de 70 minutos

▷ Atividade 3: (Terceira lei de Newton) 1 encontro de 70 minutos

RECURSOS MATERIAIS

Quando recorri aos equipamentos procurei utilizar o necessário e suficiente, já que uma das dificuldades encontradas à consecução de uma atividade pedagógica em escolas públicas, como já relatado na dissertação, é a carência de recursos pedagógicos materiais. Assim este produto requer uma quantidade mínima de equipamentos e praticamente sem dispêndio financeiro.

Os recursos então necessários são poucos e de fácil manuseio por parte do professor. São eles:

● Projetor de imagens (conhecido como *data show*).

● Tela branca para a projeção das imagens (em sala de aula poderá ser usado o quadro branco lá existente caso seja apropriado).

● Dispositivo de armazenamento digital: pendrive ou a memória interna do computador com os vídeos gravados, visando a não dependência de internet.

● Gravador digital ou smartfones com essa função.

● Computador (de mesa ou notebook). Cabe registrar que o equipamento de projeção utilizado, fornecido pelo MEC (figura 08), já possui *mouse*, teclado e porta para conexão com o pendrive, de modo que até o computador foi dispensado.

2. ESTRATÉGIA DIDÁTICA

Em aulas na forma convencional, como tradicional e predominantemente são ministradas, o aluno está em sua posição passiva de receptor de conteúdos prontos sem debates e contestações. Visando uma ação que foge esta prática, foram planejadas atividades baseadas na Aprendizagem Ativa. Nesta, o aluno é levado a ser o construtor do conhecimento, sendo chamado à participação efetiva durante as aulas. Cabe ao professor um papel secundário, como orientador do processo ao estimular o aluno, instigar a argumentação, conduzir as contraposições de ideias, proposição de pensamentos e conhecimentos advindos do senso comum, até incutir no pensamento do aluno uma descoberta após os debates entre seus pares e eventualmente também com o professor. Essa é a essência da aprendizagem ativa, que comporta inúmeros métodos sendo que, neste produto optou-se pelo que se chama originalmente de “cabildo abierto” e aqui será denominado de “audiência aberta” em tradução livre deste autor.

2.1 AUDIÊNCIA ABERTA

Trata-se de uma forma de ensino voltado para a aprendizagem ativa que pode ser aplicada para uma turma como um todo, sem a necessidade de dividir os alunos em grupos. É indicado para turmas com no máximo trinta alunos, pois além disso o tempo planejado pode ser insuficiente. A atividade de audiência aberta tem a seguinte indicação para aplicação:

● Objetivo: Aplicar conhecimento, incentivar discussão e argumentação.
● Tempo: 30 a 45 minutos.
● Prós: Permite que todos os alunos participem, desenvolvendo competências, comunicação, ideias e pensamento crítico.
● Contras: se uma classe for muito grande, pode não ser aplicável devido à insuficiência de tempo. Se os alunos não internalizam o material exposto pode derivar em opiniões sem fundamento.

A seguir temos o procedimento, em etapas, adotados para a realização das atividades em aula, com base em Silberman (2006, p.101):

1ª etapa - O professor escolhe um tema de Física com base na grade disciplinar que será problematizado nas aulas, aqui no caso, leis de Newton. Para isso é importante que o tema permita que todos os alunos façam suas intervenções exponham seus pontos de vista. Você pode fazer uma apresentação para toda a turma ou reservar um tempo para rever algum texto. Também é possível disponibilizar esses elementos para alunos anteriormente (através de documentos escritos ou alguma plataforma online, por exemplo) embora neste caso seja aconselhável verificar se eles foram realmente revisados, por exemplo, através de um questionário na mesma plataforma.

2ª etapa - Os alunos são instruídos a trabalhar de maneira a não se alongarem em suas exposições. O professor deve controlar cada exposição por um tempo que pareça conveniente. Inicialmente é importante enfatizar que aqueles que tiverem qualquer pergunta ou opinião deve aguardar o momento de sua intervenção, pois será utilizado um sistema denominado “designar o orador seguinte”: quando um aluno termina de falar este aponta outro para que emita um parecer. Um aluno não deve ser interrompido enquanto emite sua opinião.

3ª etapa - A conclusão será conduzida pelo professor após analisar as opiniões e relatos apurados.

2.2 CONHECIMENTOS ANTERIORES

Os conhecimentos prévios incutidos na estrutura mental dos alunos são fundamentais, tanto para a eficácia do processo de ensino, quanto para a facilitação do aprendizado por parte dos alunos. Os conhecimentos prévios podem ser verificáveis, e assim foi feito, com objetivo de resgatar conceitos adquiridos em anos escolares anteriores ou aqueles advindos do senso comum devido às experiências cotidiana dos alunos.

Este estudo prévio pode ser trabalhado por meio de perguntas impressas em uma folha e destinada uma para cada aluno, ou verbalmente, com as perguntas lançadas pelo professor e as palavras que considerar mais importantes escritas no quadro. As respostar dos alunos são imediatamente comentadas pelo professor. Acredito que estas sete perguntas (P1 a P7) sejam suficientes para preparar os discentes e consequentemente abrir caminho para

o professor melhor empreender a atividade de aprendizagem das leis de Newton.

Questionário para verificação dos conceitos anteriores

P1- Quando observamos a embalagem de um produto como o feijão, por exemplo, lá está escrito “peso líquido 1 kg”. Cientificamente, comparando aos conceitos de peso e massa, isto está correto?

P2- Se um objeto é maior do que outro, então ele é mais pesado também?
Justificativa: esta pergunta foi colocada para verificar se os alunos associavam ou não tamanho (ideia de volume) e peso ou massa, como em geral no cotidiano.

P3. Você lembra-se da propriedade da matéria denominada inércia? Ao que ela se refere ou está associada?

P4: Uma pessoa cai ao tentar passar sobre um piso úmido e ensaboado. A pessoa conseguirá facilmente se levantar e andar? Por quê? O que deve ser feito para que esta pessoa consiga sair do local onde caiu?

P5- Quando você está sobre uma bicicleta e puxa o freio, o que faz a bicicleta diminuir a velocidade e parar?

P6- Suponha que um ciclista esteja trafegando rapidamente em sua bicicleta. Ele então para de pedalar, aciona o freio da bicicleta, mas eles falham. O que acontecerá à bicicleta a partir deste momento? Como o ciclista poderia parar a bicicleta diante de um acidente iminente?

P7- Quando um motorista aciona o acelerador de um veículo, ele está acelerando-o para frente ou para trás? E quando pisa no freio?

2.3 TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA

A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia – TCAM – foi de grande valia como ferramenta técnica em auxílio à pesquisa dos vídeos a serem utilizados. Ela foi desenvolvida por Richard Mayer, professor e psicólogo educacional estadunidense nascido em 1947. Estabeleceu sua base de pesquisa na universidade da Califórnia onde trabalha com experimentos instrucionais desde a década de setenta, pesquisando as influências de nossa capacidade sensorial diante de estímulos de aprendizagem, notadamente mediante o uso de sons e imagens. Sua teoria cognitiva da aprendizagem se ancorou nas descobertas da psicologia cognitiva e neurociência impulsionadas pelo desenvolvimento tecnológico a partir das décadas de cinquenta e sessenta do século XX, sobretudo com resultados animadores a respeito da memória humana.

A TCAM é ideal para quem trabalha com modernas tecnologias no ensino em qualquer nível educacional, sempre apresentando uma maneira de facilitar a compreensão do material utilizado, elemento essencial em qualquer processo de aprendizagem, tendo em vista a capacidade de memória e de processamento de informações pelo cérebro do aprendiz.

As conclusões de Mayer foram reunidas em uma obra intitulada *Cognitive theory of multimedia learning* – cuja edição de 2005 foi consultada – e que serviu de alicerce para a escolha dos vídeos e a forma como o professor conduziria a exibição de cada um deles. Essencialmente as sugestões de Mayer são obtidas no que ele enumerou em doze princípios de aprendizagem, citados na seção 3.2.

3. VÍDEOS UTILIZADOS NA APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON

Os videos que foram exibidos em sala de aula – num total de sete – e a indicação de cada um com relação às leis de Newton a ser trabalhada, estão no quadro a seguir.

Atividade/ Episódio	Descrição do vídeo	Fonte	Indicado para
1/1	Carro atolado no barro	https://www.youtube.com/watch?v=RYUV7_XH9jI	1ª Lei de Newton
1/2	Acidente de ônibus câmera interna	https://www.youtube.com/watch?v=GL9_Pw8lp1k	1ª Lei de Newton
2/1	Qual é a velocidade que um avião decola Telemetry Gopro hero 5 black	https://www.youtube.com/watch?v=8mSOij_N0z8	2ª Lei de Newton
2/2	Motorista bom de braço	https://www.youtube.com/watch?v=8jAnGPPAk8E	2ª Lei de Newton
3/1	Ford F150 and Honda Civic frontal crash test	https://www.youtube.com/watch?v=NCelD0qr8Do	3ª Lei de Newton
3/2	Acidentes com armas de fogo	https://www.youtube.com/watch?v=kMSlDNFTzAk	3ª Lei de Newton
3/3	Acidentes com armas de fogo	https://www.youtube.com/watch?v=Hl6_dxxVRtw&t=2s	3ª Lei de Newton

As questões sugeridas e lançadas aos alunos durante a aplicação das atividades e episódios são as seguintes:

Atividade 1 / Episódio 1

P1- Se o carro está atolado em um lamaçal, por que não consegue sair dali pelos próprios meios, ou seja, com o motor impulsioná-lo para frente?
P2- Você afirmaria que se um corpo estiver parado e se nenhuma força atuar nele, ali ficará continuará parado?
P3- De que maneira o carro poderia então sair do local em que está atolado?

P4- Você afirmaria que se um corpo só sairá de seu estado de repouso se uma força nele atuar?

P5- A qual propriedade da matéria ou conceito físico você associaria a esta situação, pelo fato de que o carro em repouso permanecer ali em repouso no atoleiro sem ajuda externa?

Atividade 1 / Episódio 2

P1- Por que os passageiros foram arremessados para frente com a freada brusca do ônibus?

P2- Se você é um dos passageiros e estivesse com cinto de segurança, sentiria seu corpo "querendo" ir para frente também?

P3- Se o ônibus estivesse devagar e freiasse, você tenderia a ir para frente também neste caso?

P4- Alguns concordaram dizendo que a força com que o ônibus vinha empurrou os passageiros. No vídeo, ou mesmo quando ocorre com você dentro de um veículo qualquer, alguma força empurra você ou os passageiros para frente?

P5- Você concorda com a ideia de que se um corpo estiver em movimento, mesmo sem qualquer força agindo nele, ele tenderá a continuar em movimento, e "para sempre"?

Atividade 2 / Episódio 1

P1 - O que é necessário para que a aeronave comece a se movimentar?

P2 - O que você observa na velocidade da aeronave?

P3 – O que você observa na aceleração da aeronave, está constante ou variável?

P4- O fato de a velocidade está variando é devido à aceleração que também está variando?

P5 - Neste intervalo de tempo em que a aceleração fica constante, a velocidade varia ou permanece também constante?

P6 – Você concorda com a ideia de que, se em um corpo passa a atuar uma força, ele será acelerado, seja a aceleração constante ou não?

P7 – Se o piloto fizer com que a força das turbinas aumente, de que modo isto afetará a aceleração? A aceleração é diretamente ou inversamente proporcional à força aplicada?
P8 – Se as turbinas dessa aeronave forem colocadas em um outro com massa duas vezes maior, a aceleração neste será maior ou menor? A aceleração é diretamente ou inversamente proporcional à força aplicada?

Atividade 2 / Episódio 2

P1 – O que ocorreu à velocidade do caminhão durante a freagem?
P2 – Tendo em vista a definição de aceleração, eu posso afirmar que na diminuição de velocidade está presente uma aceleração?
P3 – Por que a freagem fez a velocidade diminuir?

Atividade 3 / Episódio 1

P1 – Qual veículo possui maior massa?
P2 – Você afirmaria que a força que um veículo “faz” no outro são de mesma direção, isto é, na horizontal, e seus sentidos são opostos?
P3 – Pelos danos causados em cada veículo, você afirmaria que a força que a caminhonete aplicou no automóvel foi de intensidade igual, menor ou maior que a força que ela recebeu do automóvel?

Atividade 3 / Episódios 2 e 3

P1 – Quem possui maior massa, o fuzil ou a “bala” disparada?
P2 – Após acionado gatilho da arma, quem impulsiona a bala pra frente?
P3 – Após o disparo, a arma também foi impulsionada, porém para trás, o que muitas pessoas chamam de “coice” da arma. Por quê?
P4- Você afirmaria então que a força produzida pela explosão da pólvora foi dividida igualmente para impulsionar a bala e o fuzil em sentido oposto?
P5- Eu posso então denominar então estas forças de “ação” e “reação”?

4. MATERIAL IMPRESSO USADO PARA A CONCLUSÃO DAS ATIVIDADES REDIGIDA PELOS ALUNOS

E. E. E. F. M. MAROJA NETO
APRENDIZAGEM DE LEIS DE NEWTON POR MEIO DE VÍDEOS REAIS
PROF. RENATO A. AFONSO
TURMA: EJA – 1ª Etapa

1. Escreva com suas palavras, uma conclusão única para o que você entendeu com a atividade 1.

_____
_____
_____
_____
_____

2. Escreva com suas palavras, uma conclusão única para o que você entendeu com a atividade 2.

_____
_____
_____
_____
_____

3. Escreva com suas palavras, uma conclusão única para o que você entendeu com a atividade 3.

_____
_____
_____
_____
_____

5. QUESTIONÁRIO DE PESQUISA FEITA PELOS ALUNOS SOBRE AS ATIVIDADES COM O PRODUTO EDUCACIONAL

1. Você considera o uso de vídeos reais uma forma eficaz para a compreensão de temas da física?

Sim ☐ Justificativa _____

Não ☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

2. Os conceitos trabalhados na atividade prévia tiveram importância nos momentos em que se preparavam para emitir suas respostas.

Sim ☐ Justificativa _____

Não ☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

3. Como você avaliaria os vídeos utilizados nas atividades?

3.1. Quanto à qualidade das imagens.

Ruim ☐ Justificativa _____

Razoável ☐ Justificativa _____

Boa ☐ Justificativa _____

Excelente☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

3.2. Você considera que os vídeos foram adequados e suficientes para o aprendizado?

Sim ☐ Justificativa _____

Não ☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

4. O tempo destinado às atividades foi suficiente para o aprendizado?

Sim ☐ Justificativa _____

Não ☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

5. Quanto ao trabalho do professor, como você avalia a narração feita durante a reprodução dos vídeos, quer dizer, quanto à postura, às sinalizações feitas para as partes importantes das cenas, a clareza das palavras usadas, das perguntas e esclarecimentos feitos.

Ruim ☐ Justificativa _____

Razoável ☐ Justificativa _____

Boa ☐ Justificativa _____

Excelente☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

6. Você se sentiu à vontade e com liberdade para expressar suas opiniões durante as atividades?

Sim ☐ Justificativa _____

Não ☐ Justificativa _____

Outra resposta _____

7. Como você avalia a atividade como um todo, isto é, nos seus aspectos gerais, relativo a tudo o que ocorreu em sala nos três dias de atividades?

Ruim ☐ Justificativa _____

Razoável ☐ Justificativa _____

Boa ☐ Justificativa _____

Excelente☐ Justificativa _____

Outra resposta _____