

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

**FRANCISCO DE ASSIS FRANKLIN MORAIS MOURA**

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE AS LEIS DE NEWTON:  
UTILIZANDO O FILME STAR TREK (2009) COMO ORGANIZADOR PRÉVIO**

**TERESINA  
2022**

**FRANCISCO DE ASSIS FRANKLIN MORAIS MOURA**

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE AS LEIS DE NEWTON:  
UTILIZANDO O FILME STAR TREK (2009) COMO ORGANIZADOR PRÉVIO**

Dissertação de Mestrado apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF – Polo 26 da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

**Linha de Pesquisa:** Física no Ensino Fundamental

**Orientador:** Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva

**TERESINA  
2022**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Sistema de Bibliotecas da UFPI – SIBi/UFPI  
Biblioteca Setorial do CCN

M929p Moura, Francisco de Assis Franklin Morais.  
Uma proposta de sequência didática sobre as Leis de Newton:utilizando o filme Star Trek (2009) como organizador prévio / Francisco de Assis Franklin Morais Moura. – 2022.  
144 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-Graduação em Ensino de Física, Teresina , 2022.

“Orientador: Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva”.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Recurso Didático Filme.  
3. Leis de Newton. I. Silva, Boniek Venceslau da Cruz. II. Título.

CDD 530.7



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI**  
e-mail: [mnpef@ufpi.edu.br](mailto:mnpef@ufpi.edu.br)

**ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**  
**FRANCISCO DE ASSIS FRANKLIN MORAIS MOURA**

Às quatorze horas e trinta minutos do dia vinte e sete de maio de dois mil e vinte dois, reuniu-se na sala virtual da plataforma Google Meet, <https://meet.google.com/dos-dkcs-fmf>, a Comissão Julgadora da dissertação intitulado " **UMA PROPOSTA DE APRENDIZAGEM DAS LEIS DE NEWTON: UTILIZANDO O FILME DE STAR TREK (2009) COMO ORGANIZADOR PRÉVIO**" de Francisco de Assis Franklin Morais Moura, composta pelos examinadores titulares professores Boniek Venceslau da Cruz Silva (orientador, UFPI), Fábio Soares da Paz (UFPI) e Francisco Ferreira Barbosa Filho (UFPI), para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Física. Abrindo a sessão o Orientador e Presidente da Comissão, Boniek Venceslau da Cruz Silva, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da defesa da Dissertação, passou a palavra ao discente para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos membros da Comissão Julgadora e respectiva defesa do discente. Nesta ocasião foram solicitadas correções no texto escrito, as quais foram acatadas de imediato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do aluno e do público, para julgamento e expedição do resultado final. O aluno foi considerado APROVADO, por unanimidade, pelos membros da Comissão Julgadora, à sua dissertação. O resultado foi então comunicado publicamente ao discente pelo Presidente da Comissão. Registrando que a confecção do diploma está condicionada à entrega da versão final da dissertação à CPG após o prazo estabelecido de 60 dias, de acordo com o artigo 39 da Resolução No 189/07 do CONSELHO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPI. Nada mais havendo a tratar, o Presidente da Comissão Julgadora deu por encerrado o julgamento que tem por conteúdo o teor desta Ata que, após lida e achada conforme, será assinada por todos os membros da Comissão para fins de produção de seus efeitos legais. Teresina-PI, 27 de Maio de 2022.

*Prof. Boniek Venceslau da Cruz Silva*

*Prof. Fábio Soares da Paz*

*Prof. Francisco Ferreira Barbosa Filho*



Dedico aos meus sensacionais pais, Chico Miguel e Mécia Moura.

Aos meus guerreiros irmãos, Laudemiro, Francisco Miguel Júnior, Fritz e Mecinha.

À minha amada esposa Wilma Rejane.

Aos meus queridos filhos Joyce e Filipi.

As minhas netas Sofia e Sabryna e ao neto Antônio, pela inspiração para viver.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por me manter com saúde e forças para concluir o Mestrado Profissional em Física e me fazer superar as dificuldades que fazem parte da vida.

Agradeço a todos os meus ex-alunos e em especial do CMT-IV (Caxias) que participaram desse projeto e colaboraram para sua realização.

Agradeço à Universidade Federal do Piauí por oportunizar um mestrado tão importante para a capacitação dos professores da área.

Agradeço pelo feliz encontro da arte da ficção cinematográfica de Star Trek com a experimentação científica, por poder aventar nesse episódio do Mestrado a paixão e a investigação.

Agradeço ao Prof. Dr. Gildásio Guedes, por motivar ao aprendizado da matemática.

Ao Prof. Dr. Cláudio Rejane da Silva Dantas, pelas observações precisas e enriquecedoras.

Muito obrigado aos colegas de turma, coordenadores e professores do Mestrado Profissional em Física (MNPEF – Polo 26) que muito contribuíram para meu crescimento profissional e especialmente a Professora Dra. Cláudia Adriana e ao Professor Dr. Neuton Araújo. “Um bom professor faz toda a diferença” (MALI, 2013).

Agradeço a todos os professores da banca examinadora, em especial ao Prof. Dr. Fábio Soares da Paz, pelas contribuições na melhoria do trabalho.

Agradeço à minha família que me motiva a seguir em frente, superando os obstáculos e principalmente a minha esposa pelo amor, companheirismo e apoio incansável.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva, pelo apoio.

Esse trabalho recebeu apoio e financiamento da CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Muito obrigado!

“— *Um homem não pode invocar o futuro.* — Spock  
— *Mas um homem pode mudar o presente!* —  
Capitão Kirk.” Diálogo no filme Star Trek (2009).

## RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido na escola Militar Tiradentes IV, município de Caxias, Estado do Maranhão. Os alunos participantes da pesquisa cursavam o segundo ciclo do Ensino Fundamental, no nono ano. A intervenção se deu através de uma abordagem significativa, embasada na teoria de David Ausubel, considerando o filme Star Trek como organizador prévio e o eixo Terra e Universo estabelecido pela Base Nacional Comum Curricular. A metodologia dos trabalhos utilizou-se de abordagens qualitativas, por meio de formulário, questionário, trabalho em equipe, jogos e exposição. Ao final, concluiu-se que o filme Jornada nas Estrelas, Star Trek, foi válido como recurso para uma aprendizagem significativa, de maneira que os alunos puderam apresentar uma melhor compreensão dos conceitos e aplicações das Leis de Newton no ambiente escolar e em situações da vida na Terra e no espaço.

**Palavras-chave:** Aula de Física. Cinema. Universo. Motivação. Leis de Newton.

## **ABSTRACT**

This study was developed at Tiradentes IV Military School, Caxias, Maranhão State, Brazil. The students participating in the research were in the second cycle of the Elementary School, in the ninth grade. The intervention took place through a significant approach, based on David Ausubel's theory, considering the movie Star Trek as a previous organizer and the axis Earth and Universe established by the Common National Curricular Base. The methodology used a qualitative approach, using forms, questionnaires, teamwork, games, and presentations. At the end, it was concluded that the movie Star Trek was valid as a resource for meaningful learning, so that students could present a better understanding of the concepts and applications of Newton's Laws in the school environment and in situations of life on Earth and in space.

Keywords: Physics Classroom. Film. Universe. Motivation. Newton's Laws.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa conceitual.....	27
Figura 2 - Mapa mental.....	29
Figura 3 - Nave USS Enterprise - Star Trek.....	43
Figura 4 - Forças que agem em um foguetes.....	48
Figura 5 - Condição de equilíbrio.....	49
Figura 6 - Segunda lei de Newton.....	51
Figura 7 - Unidades das Grandezas da Segunda Lei de Newton.....	52
Figura 8 - Terceira Lei de Newton.....	54
Figura 9 - Exemplo da Terceira Lei de Newton.....	55
Figura 10 -3ª Lei de Newton.....	55
Figura 11 -Primeira Lei de Newton em Star Trek Inércia dinâmica.....	57
Figura 12 -Movimento uniforme.....	58
Figura 13 -Tripulantes da Enterprise em queda livre.....	59
Figura 14 -Terceira Lei de Newton em Star Trek ação e reação.....	60
Figura 15 - CMT- IV Caxias-MA.....	61
Figura 16 - Mapa Mental -Material potencial.....	63
Figura 17 - Painel projeto no google classroom.....	66
Figura 18 - Estrutura das orientações iniciais.....	67
Figura 19 - Prontidão Estação 03 e Outras Missões.....	68
Figura 20 - Aula via Google Meet com alunos participantes da SD.....	69
Figura 21 - Cenas tomadas como exemplos chaves das Leis de Newton.....	70
Figura 22 - Print de Tela da plataforma de jogos educativos Wordwall.....	72
Figura 23 - Jogo de cartas .....	74
Figura 24 - Exposição em feira de ciências .....	74
Figura 25 - Exemplo de Naves feitas pelos alunos.....	75
Figura 26 - Encontro via Meet, alunos do 9º Ano D ,CMT-IV.....	76
Figura 27 - Construção de foguetes e naves.....	77
Figura 28 - Respostas do formulário concepções: em relação a pergunta 1.....	79
Figura 29 - Respostas do formulário investigativo questão 2.....	80
Figura 30 - Respostas formulário google forms.....	80
Figura 31 - Estatística em pizza de resultado questionário.....	81
Figura 32 - Resultado estatístico em pizza.....	81
Figura 33 - Tabulação de respostas no Google sala de aula - missão BIO.....	82
Figura 34 - Cena de tiros contra estrutura de metal (Leis de Newton).....	83
Figura 35 - Respostas do formulário investigativo questão 4.....	83
Figura 36 - Cena de tripulantes em queda livre (2º. lei de Newton).....	84
Figura 37 - Respostas do formulário investigativo questão 2.....	84
Figura 38 - Mapa conceitual aluna "A"medalha de ouro (OBA) 2021.....	85
Figura 39 - Exemplos do nível de entendimento dos alunos.....	86
Figura 40 - Classificação jogos educativos Wordwall.....	86
Figura 41 - Lideres da clássica Star Trek-1966.....	87
Figura 42 - Alunos em disputa do jogo de cartas em sala de aula agosto 2021.....	87
Figura 43 - Grupo criou adesivo com o nome da equipe espacial "ELLA" .....	88
Figura 44 - Professor orientando alunos no lançamento dos foguetes.....	89
Figura 45 - Pesquisa geral e de satisfação.....	90
Figura 46 - Estatística formulário de satisfação.....	93

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Elementos de uma sequência didática..	24
Quadro 2 - Comparativo entre mapas mentais e conceituais.....	29
Quadro 3 - Competências da Educação Básica.....	31
Quadro 4 - Competências e Habilidades BNCC.....	32
Quadro 5 - Cronograma das Interações Formativas (inicialmente on-line).....	64
Quadro 6 - Texto publicado no classroom momento inicial (marco ZERO).....	66
Quadro 7 - Resultado de Olimpíadas de conhecimentos em 2021.....	93

### Lista de abreviaturas e siglas

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CMT-IV	Colégio Militar Tiradentes IV – (Caxias—MA)
LDB	Lei das Diretrizes e Bases da educação nacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SD	Sequência Didática
OBA	Olimpíada Brasileira de Astronomia
MRU	Movimento Retilíneo Uniforme
S.I.	Sistema Internacional de Unidades

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 Primeiras Palavras.....	13
1.2 Objetivos e Estruturação.....	14
<b>2 FUNDAMENTOS TEÓRICO-DIDÁTICOS</b> .....	18
2.1 Aspectos Conceituais de Algumas Teorias da aprendizagem: Em Busca de um Ensino de Física Potencialmente Significativo.....	18
2.1.1 Aprendizagem Mecânica .....	19
2.1.2 Aprendizagem Conceitual .....	20
2.1.3 Aprendizagem Procedimental.....	21
2.1.4 Aprendizagem Atitudinal .....	22
2.1.5 Aprendizagem Significativa .....	23
2.1.5.1 Aprendizagem Significativa e Sequência Didática.....	24
2.1.5.2 Aprendizagem Significativa: Mapas Conceituais e Mentais.....	27
2.2 Referencial da BNCC .....	30
<b>3 A ARTE CINEMATOGRÁFICA, CIÊNCIA E EDUCAÇÃO</b> .....	33
3.1 A Evolução do cinema e sua importância na comunicação humana .....	33
3.2 O cinema como recurso pedagógico .....	37
3.3 Cinema e aprendizagem significativa no ensino da Física.....	39
3.3.1 Potencial pedagógico de Star Trek para o ensino da Física .....	40
<b>4 AS LEIS DE ISAAC NEWTON</b> .....	44
4.1 A Lei da Inércia .....	46
4.2 Princípio Fundamental da Dinâmica .....	50
4.3 Lei da Ação e Reação.....	53
4.4 Aspectos das Leis de Newton em Star Trek (2009).....	56
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	61
5.1 Participantes da pesquisa e local de aplicação.....	61
5.2 Tipo de pesquisa.....	62
5.3 Instrumentos de coleta, levantamento dos dados e explicações.....	64
<b>6 DISCUTINDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	79
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	96
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	98
<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS</b> .....	102
<b>APÊNDICE B - MISSÃO BIO</b> .....	103
<b>APÊNDICE C - PESQUISA DE SATISFAÇÃO</b> .....	104
<b>APÊNDICE D - MISSÃO EXTRA - FINAL</b> .....	105
<b>APÊNDICE E - PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	106



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Primeiras Palavras

Como primeiras palavras gostaria de relatar aspectos de minha trajetória como professor de Física, acreditando que os contextos são importantes, especialmente quando falamos de teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, fundamentada em conhecimentos prévios.

David Ausubel foi inspirado a criar sua teoria, baseado em sua própria história escolar de aluno que havia enfrentado inúmeros problemas com notas e comportamento, tendo tais fatos marcado profundamente sua trajetória de vida. Ele conta que sua história pessoal nunca foi levada em consideração na escola, causando inúmeros prejuízos no processo de aprendizagem. Superando as dificuldades, Ausubel se forma em Medicina, especializando-se em Psicologia e Psiquiatria e, esforçando-se para contribuir com a educação, desenvolve o conceito de aprendizagem significativa que embasa esse e inúmeros outros trabalhos (AUSUBEL; NOVAK; 1980).

A exemplo de David Ausubel, também fui um aluno que enfrentou problemas na escola, especialmente em relação a disciplina de Matemática. Ao cursar o ensino médio, no ano de 1979, em Teresina, na escola Diocesano, os problemas com a disciplina Matemática começaram a ser resolvidos ao conhecer professor Gildásio Guedes, cujo nome e metodologia jamais esqueci. Gildásio Guedes era divertido e também jogava futebol com os alunos aos sábados, que estudavam um curso técnico de química, na mesma escola. No futebol, os alunos além de se divertirem com o professor, contavam um pouco de seus contextos de vida, enfim, a prática do professor era cativante e me favoreceu com disciplina matemática, por ele lecionada. Desenvolvi gosto pela disciplina e mesmo sem a dominar totalmente, nunca a detestei. Acredito que o professor e a metodologia imprimiram em mim a ideia de que estudar matemática era agradável.

Quando iniciei minha carreira como professor de Física, comecei a enfrentar dificuldades em relação ao gosto dos alunos pela disciplina, eu já lecionava Educação Física Escolar e Treinamento Desportivo e incomodava o fato de os alunos sempre demonstrarem preferir as aulas desportivas às de Física. Os esportes pareciam motivadores, uma disciplina atrativa, do ponto de vista dos alunos. A

disciplina Física, contudo, era considerada “chata, pesarosa”; como mudar tais concepções?

A situação dificultosa com a disciplina Física, me fazia lembrar do professor Gildásio Guedes e sua metodologia, a qual tentei aplicar esperando retorno positivo, mas, apesar de jogar futebol com os alunos, brincar e conversar com eles, ainda persistia a resistência dos alunos em relação ao gostar de Física, afinal o que havia de errado? Eu estava seguindo a metodologia que havia conquistado meu gosto pela matemática no ensino médio, o modelo do professor Gildásio Guedes, mas os resultados com o ensino da Física não apareciam.

Percebi que não era suficiente seguir o modelo do professor que havia me motivado a gostar de matemática, era necessário buscar um método que atendesse à problemática do ensino e da aprendizagem da Física em um processo de investigação e resultados, de aplicação geral e não apenas em um final de semana na quadra ou campinho da escola.

Depois de muita pesquisa e estudo, busquei o trabalho com o cinema nas aulas de Física, que surgiu de reflexões e anseios, na busca por transformar o estigma da “chatice”. O trabalhar com o cinema nasceu da procura por uma melhor forma de ensinar Física, de desenvolver no aluno o gosto pela disciplina, principalmente no Ensino fundamental que inicia os estudantes com a área.

O contato com a teoria de David Ausubel me realizou por perceber que este era o elo que sempre busquei, aperfeiçoando e melhorando meu ofício de professor de Física e o aprendizado dos alunos.

Dessa forma, a partir de experiências escolares como aluno e como professor, fui percebendo que o processo de ensino e aprendizagem requer aperfeiçoamento e inquietação; não adianta reproduzir “fórmulas” com objetivo de obter os mesmos resultados que outros alcançaram, será necessário rever conceitos e contextos, lançar o olhar investigativo para além do cálculo e de tudo que compõe o trabalho de professor.

## 1.2 Objetivos e Estruturação

O cinema que tornou-se uma forma de arte e entretenimento incrivelmente popular nas últimas décadas, tanto por sua facilidade de reprodução — antigamente

para exibir um filme era necessário todo um aparato pesado e oneroso, hoje bastam uma TV, um notebook ou um smartphone —, quanto por sua força expressiva, seu poder de encantar e de mostrar em imagens o que antes só se podia conceber imaginativamente. Filmes podem, portanto, ser uma excelente ferramenta mediadora em sala de aula, despertando interesse e engajamento nos alunos, gerando discussões e permitindo-lhes uma melhor compreensão de assuntos difíceis. (FRESQUET, 2017).

Segundo Moreira (2017), vários fatores contribuem para que os alunos não se sintam atraídos pelo aprendizado da Física:

- O treinamento para testes avaliativos quantitativos com o ensino de respostas corretas, sem questionamentos.
- Um ensino centrado no docente, não no aluno, no modelo de narrativa.
- Ensino tipo “bancário” que tenta depositar conhecimentos na cabeça dos alunos.
- Não incentivo para aprendizagem significativa
- Não utilização de situações que façam sentido para os alunos
- O ensino é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, centrado no docente, comportamentalista, centrado no treinamento para provas.

Além das dificuldades citadas por Moreira (2017), constatei em minha experiência em sala de aula, no dia a dia, através das atividades que envolvem cálculos, que a maioria dos alunos apresenta dificuldades preliminares em realizar operações básicas matemáticas, o que acaba por influenciar no gosto pela disciplina, gerando desempenho insatisfatório. A dificuldade, contudo, não se resume às questões que envolvem cálculos, mas também a conceitos elementares da disciplina.

Ainda sobre a dificuldade e falta de atratividade dos alunos pela disciplina Física, e o papel do cinema em tal contexto, Piassi (2017) afirma:

O cinema, considerando a ótica pedagógica, atua principalmente pelo despertar da emoção e do desenvolvimento do estudante. Nesse sentido o cinema é uma manifestação cultural extremamente eficaz no que diz respeito ao entretenimento e pode ser utilizado como um gerador de debates, permitindo a emergência de reflexões em sala de aula. Nesse caso, e no âmbito da Física, a discussão das películas pode corroborar ou refutar o conhecimento prévio trazido pelos estudantes, tornando mais significativa a aprendizagem. (PIASSI, 2017. P.30).

A escola precisa sofrer transformações, porque o mundo está em contínua mutação e os alunos não podem fazer parte desta instituição se ela não evoluir e inovar (MOREIRA, 2017). Nós, professores, temos que nos adequar a estas mudanças para melhor orientarmos os alunos, e os meios tecnológicos são ferramentas que, criadas para subsidiar as atividades humanas, têm que estar inseridas neste contexto de inovação e evolução.

Para tanto, se faz necessário implementar meios que proporcionem uma transformação no processo de ensino e aprendizado da Física, uma metodologia que harmonizada ao cinema, motive e melhore os resultados. Segundo Moreira (2017) torna-se fundamental considerar as situações de experiências dos alunos, como meios de realizar conexões entre conhecimento empírico e o novo conhecimento, tal modelo é o que se define como Aprendizagem significativa: “é aquela em que há uma interação cognitiva entre os novos conhecimentos e conhecimentos prévios especificadamente relevantes, existente na estrutura cognitiva do ser que aprende.” (MOREIRA, 2017. P.43). Para tanto, surge à proposta de validar o cinema como instrumento capaz de motivar os alunos ao aprendizado, conectando conhecimentos prévios com novos conhecimentos, configurando assim um recurso potencial no contexto de aprendizagem significativa, fundamentando o objetivo principal do trabalho como:

- Desenvolver uma Sequência Didática sobre as leis de Newton (Produto Educacional), aplicá-la e verificar as suas possíveis contribuições para o ensino de Física, tendo como organizador prévio o filme Star Trek, versão 2009.

Sendo objetivos específicos:

- Promover interdisciplinaridade entre conteúdos da Física e outras áreas do conhecimento como: Astronomia, História, Matemática e Administração;
- Compreender e identificar os conceitos das Leis de Newton no filme Star Trek e em outras situações;

Desenvolver e aplicar uma Sequência Didática de Ensino sobre as Leis de Newton

Esse trabalho, portanto, parte da problemática de aprendizagem do ensino da Física, admitindo a possibilidade de que a implementação de uma metodologia adequada tem potencial de transformar o contexto de dificuldades no processo de

aprendizagem da Física no Ensino Fundamental. Levantamos a hipótese de que a utilização do cinema como fator motivador, possibilita ao aluno fazer conexões entre conhecimentos prévios (subsunçores) e conhecimentos novos.

Ressaltando que o processo de aprendizagem ocorre de forma significativa, sobretudo, de conceitos científicos relacionados às propriedades dos materiais e a mecânica Newtoniana como as Leis de Newton.

Segue um breve panorama do trabalho de pesquisa desenvolvido na Escola Militar Tiradentes IV, da rede estadual, na cidade de Caxias- Maranhão, com um grupo de alunos do nono ano do Ensino Fundamental.

No capítulo 2 discutiremos os fundamentos teóricos didáticos, discorrendo sobre os diversos tipos de aprendizagem, caracterizando-as e distinguindo-as. Dentre os modelos de aprendizagem considerados, foi abordado o de aprendizagem significativa de David. P. Ausubel, a ser utilizado nesse trabalho.

No capítulo 3 abordaremos sobre a arte cinematográfica, cinema e educação. Considerando a utilização do cinema nesse trabalho, se faz necessário o enfoque do cinema em seu contexto histórico e de educação, pontuando que através da história, o cinema desempenhou papel não apenas de comunicação e arte, mas também de linguagem formativa, podendo ser utilizado como recurso didático (PIASSI, 2017).

No capítulo 4 apresentaremos os fundamentos das três Leis de Newton: Inércia, princípio fundamental da dinâmica, ação e reação, bem como o potencial pedagógico de Star Trek(2009) para o ensino da Física.

Para o capítulo 5, o campo empírico, a metodologia utilizada e a caracterização da pesquisa, abordando todo o percurso das atividades trabalhadas, bem como uma análise dos resultados específicos de cada etapa.

No capítulo 6 concluímos a dissertação com uma abordagem geral e resumida sobre a aplicação do projeto na Escola Militar Tiradentes IV. Destacamos que as considerações finais desse projeto não têm a pretensão de esgotar o assunto, mas de registrar as observações no universo pesquisado, contribuindo desse modo com o enriquecimento do tema e da prática docente, bem como com uma didática eficaz para o aprendizado da Física. Os estudos e as práticas podem ser aprofundadas a partir da Bibliografia sugerida no final do trabalho.

## 2 FUNDAMENTOS TEÓRICO-DIDÁTICOS

No processo dual entre ensino e aprendizagem muito se tem teorizado e estudado — hoje existem muitas teorias de aprendizagem usadas pedagogicamente e, em geral, sendo empregadas em conjunto nos processos de ensino.

Paro (2011, p. 165) aponta que “o professor tem como objetivo principal fornecer ao educando condições para que ele desenvolva sua própria educação através da formação de sua personalidade com a aquisição cultural.” Sobre o assunto, pensamos que o professor deve ter o papel de catalisador na criação de condições para que o educando construa seu próprio conhecimento, internalizando e transformando sua personalidade através da cultura adquirida segundo sua interpretação.

Ausubel (2003) estabelece que no processo de aprendizagem significativa as novas ideias, para serem assimiladas, devem ter uma contrapartida previamente adquirida de correlação, para serem significativas e assim fazerem parte do educando.

“[...] não é o processo de aprendizagem que deve se adaptar ao de ensino, mas o processo de ensino é que tem de se adaptar ao de aprendizagem. Ou melhor: o processo de ensino deve dialogar com o de aprendizagem” (WEISZ; SANCHEZ, 2002, p. 65).

Concordamos com os autores anteriormente citados, pois as mudanças devem ocorrer nos processos de ensino para que a aprendizagem possa ser eficientemente concretizada; é o professor quem deve assumir esse papel de responsável por desenvolver, adaptar e, se possível, inovar esses processos.

### 2.1 Aspectos Conceituais de Algumas Teorias da aprendizagem: Em Busca de um Ensino de Física Potencialmente Significativo

Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles “e o aluno deve encontrar-se em disposição positiva para aprendizagem significativa” (FERRO, PAIXAO, 2017, p. 52).

Aspectos interessantes sobre teorias da aprendizagem:

### 2.1.1 Aprendizagem Mecânica

É um tipo de aprendizagem observada por David Ausubel (1918-2008) na qual os novos conteúdos ensinados não interagem de modo algum com os conceitos da estrutura cognitiva. Nesse caso, os conteúdos são vistos de modo arbitrário sem que haja relação com o contexto ou conceito subsunçor existente na estrutura do conhecimento do indivíduo. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos.

A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica. A simples memorização de fórmulas, leis e conceitos, em física, também pode também ser tomada como exemplo; embora se possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá nesse caso.(MOREIRA, 2017).

Ausubel (1982) sugere o uso da aprendizagem mecânica quando não houver na estrutura cognitiva do aluno subsunçores que possibilitem uma interação entre essa e a nova informação (conteúdo). Observamos que ele não descarta a aprendizagem mecânica ou a tem por inútil, mas enfatiza que esse tipo de aprendizagem é memorístico, podendo ser válido em algumas circunstâncias. Por exemplo: em dada circunstância pode se deparar com a tarefa de aprender determinados conteúdos sem a necessidade de algum conhecimento prévio, então, a memorização torna-se justificável. (MOREIRA, 2017).

Contrastando com a aprendizagem significativa, Ausubel define aprendizagem mecânica (ou automática) como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos.

A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica; porém, a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos, em Física, pode também ser tomada como exemplo, embora se possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá nesse caso. (MOREIRA, 2018. p.162).

Pode-se afirmar que a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire informação em uma área de conhecimento completamente nova para ele; isto é, a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos do

conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores ainda que pouco elaborados. À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de ancorar novas informações (Moreira, 2018, p. 163).

Um indivíduo que tenha conhecimentos prévios sobre características de mamíferos aquáticos usará esses conhecimentos ao se deparar com novas informações sobre mamíferos aquáticos. A interação entre os conhecimentos novos e antigos serão processados de modo específico por cada aluno como consequência de uma estrutura cognitiva que difere de pessoa para pessoa. (MOREIRA, 2017).

### 2.1.2 – Aprendizagem Conceitual

A premissa da teoria conceitual de Gerard Vergnaud (1996) de que o conhecimento está organizado em campos conceituais através da experiência, maturidade e aprendizagem é definida como Teoria dos Campos Conceituais.

Um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamentos, conectados uns aos outros e provavelmente entrelaçados durante o processo de aquisição (MOREIRA, 1982, pag. 40).

Para Gerard Vergnaud (1996) esse tipo de aprendizagem ocorre de forma diferenciada para crianças e adultos. Com crianças a aprendizagem está relacionada com o desenvolvimento cognitivo e das adaptações que são feitas para se chegar a um objetivo. Já para os adultos são os conhecimentos prévios e as experiências adquiridas ao longo da vida que influenciam na aprendizagem.

A conceituação é a pedra angular, o cerne da cognição, logo, deve-se considerar os aspectos conceituais dos esquemas e a análise conceitual das situações para os quais os estudantes desenvolvem seus esquemas tanto na escola como fora dela (MOREIRA, 1994, pag. 58).

A teoria conceitual ganha aspectos pragmáticos ao pressupor um conhecimento moldado por situações-problemas e as ações dos indivíduos nessas situações.



É por meio dessa problemática que os conceitos adquirirem sentido. Nesse sentido, seria impossível considerar as coisas isoladamente, uma vez que nos articulamos de certo modo movidos pelas representações que possuímos.

Um aspecto fundamental na teoria é o conceito de esquema: um universal que rege uma gama de situações podendo fluir de diferentes sequências de ações, de coleta de informações e de controle, dependendo das particularidades do momento.

A Teoria dos campos conceituais é uma teoria cognitivista neopiagetiana que pretende oferecer um referencial mais frutífero do que o piagetiano ao estudo do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem de competências complexas, particularmente aquelas implicadas nas ciências e nas técnicas, levando em conta os próprios conteúdos do conhecimento e a análise conceitual do seu domínio. (MOREIRA, 2017).

Em física, por exemplo, há vários campos conceituais — como o da mecânica, o da eletricidade e o da termologia — que não podem ser ensinados de imediato, nem como sistema de conceitos nem como conceitos isolados.

### 2.1.3 – Aprendizagem Procedimental

Todo conteúdo de aprendizagem que realiza um conjunto de ações ordenadas e dirigidas para um fim é procedimental (COLL; VALLS, 2000), também chamado de regra técnica, método, destreza, habilidade etc. É uma aprendizagem que considera a pluralidade cognitiva intelectual dos alunos. Trabalhar os procedimentos significa “revelar a capacidade de saber fazer, de saber agir de maneira eficaz” (COLL, VALLS, pg. 77).

Ainda conforme Pozo e Crespo (2009), tais conteúdos procedimentais podem ser elencados da seguinte forma:

- a) Aquisição de informação — observação, seleção, busca e revisão de informação.
- b) Interpretação de informação — tradução e uso de modelos para interpretar problemas.
- c) Análise da informação — realização de inferências críticas e comparação da informação.

d) Compreensão e organização da informação — entendimento e organização conceitual da informação.

e) Comunicação da informação — expressão oral ou escrita.

De acordo com Pozo e Crespo (2009), os procedimentos cooperam para um saber fazer que se diferencia de outros resultados da aprendizagem como o conhecimento verbal — como nos expressamos e nos conduzimos perante as situações. Os procedimentos incluem sequência de habilidades ou destrezas que são complexas e interligadas; é algo muito aquém de simples condutos.

Na aprendizagem procedimental podem se diferenciar vários resultados distintos que requerem processos também diferentes.

Os procedimentos podem ser considerados estratégicos e dirigidos para alcançar metas estabelecidas. O domínio estratégico de uma tarefa exigirá previamente um domínio técnico, sem o qual a estratégia não será possível. De modo resumido, as aplicações de uma estratégia são semelhantes às necessárias para resolver problemas, a saber:

I – Fixar o objetivo ou a meta da estratégia.

II – Selecionar uma estratégia ou curso de ação para alcançar objetivos a partir dos recursos disponíveis.

III – Aplicar a estratégia, executando as técnicas que a compõem.

IV – Avaliar a realização dos objetivos fixados após a aplicação da estratégia.

#### 2.1.4 Aprendizagem Atitudinal

A aprendizagem atitudinal é descrita por José Pacheco (2007) como um aprendizado baseado em valores, na vivência com o mundo, no processo de interação social. São as vivências dos problemas e não as explicações teóricas que produzem aprendizado. Os conteúdos atitudinais "proporcionam ao aluno posicionar-se perante o que apreendem, conhecendo fatos e resolvendo problemas, é imprescindível que o aluno tenha uma postura perante eles." (LÚZIA, 2008). É uma aprendizagem baseada em conteúdos vivenciados pela relação do ser, do indivíduo

com o mundo que o rodeia. Só é desenvolvido de modo pragmático e contínuo, sendo o indivíduo moldado de acordo com suas atitudes.

Em termos gerais, a aprendizagem dos conteúdos atitudinais supõe um conhecimento e uma reflexão sobre os possíveis modelos, uma análise e uma avaliação das normas, uma apropriação e elaboração do conteúdo, que implica a análise dos fatores positivos e negativos, uma tomada de posição, um envolvimento afetivo e uma revisão e avaliação da própria atuação (ZABALA, 1998, p.48).

Os conteúdos atitudinais interligam sociedade–indivíduo–sociedade, quer seja em comunidades rurais, urbanas, tribais etc. Não importa a classe econômica ou cultural que moldam respeito, solidariedade, gratidão, dentre outros.

No ambiente escolar, esses conteúdos são uma constante, quer seja no desenvolver de trabalhos individuais, quer seja em grupos, já que o objetivo da aprendizagem atitudinal compreende o viver juntos respeitando-se mutuamente através da interação social — o indivíduo desenvolve valores interiores próprios de quem se conduz com conhecimentos, habilidades e atitudes comportamentais altruístas. (ZABALA, 1998)

#### 2.1.5 Aprendizagem Significativa

A aprendizagem acontece com a interação do conhecimento novo na estrutura cognitiva do indivíduo (no caso, o aluno) e pode ser associado a um conhecimento prévio, relevante e relacionado já presente na estrutura. Em Física, por exemplo, se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de força e campo como a força e o campo eletromagnético. Entretanto esse processo de “ancoragem” da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor.

Quando se dá a aprendizagem significativa, o aluno transforma o significado lógico do conteúdo em significado psicológico. Em uma aprendizagem significativa o conhecimento não é apenas memorístico, mas dotado de significados que se ancoram para produzir um novo conhecimento geralmente enriquecido de novos significados (AUSUBEL, 1980). Quando novos conceitos são aprendidos, os subsunçores ficam mais elaborados e relevantes.

Segundo Ausubel há duas condições para que a aprendizagem significativa ocorra:

- 1 – O conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente revelador;
- 2 – O estudante precisa estar disposto a relacionar o material de maneira consistente e não arbitrária.

De acordo com Ausubel as teorias de aprendizagem mecânica e significativa não são antagônicas, mas fazem parte de um processo contínuo. Todo o conhecimento do indivíduo se situa em algum lugar entre a aprendizagem mecânica e significativa.

#### 2.1.5.1 Aprendizagem Significativa e Sequência Didática

Uma sequência didática é um grupo de interferências planejadas pelo professor a fim de desenvolver o entendimento do ensino nos alunos. É um processo diferente de um plano de aula por ser mais amplo e abranger uma sequência a ser aplicada no período de várias aulas com estratégias diversificadas(ZABALA, 1998).

Almeja-se com a sequência didática quebrar paradigmas de modo a se ultrapassar a noção de uma aprendizagem mecânica, com um projeto de intervenção escolar em fases designadas, objetivos claros e com flexibilidade capaz de abordar diversos meios pedagógicos como pesquisa, questionários, aulas dialogadas, produção de jogos, construção de foguetes e naves, análises filmicas, seminários, entre outros.

Quadro 1- Elementos de uma sequência didática.

- Despertar a reflexão no aluno e deste modo proporcionar uma melhor compreensão dos temas abordados.
- Fazer com que a aquisição de conhecimentos seja útil à vida dos alunos; que não seja somente uma absorção mecânica.
- Promover a transversalidade dos conteúdos e objetivos.
- Motivar a construção de conhecimentos específicos através de trabalhos que superem o senso comum.
- Corresponder às intenções pedagógicas em relação ao desenvolvimento do projeto, necessidades dos professores e alunos.

Fonte: Baseado no quadro proposto por (ZABALA, 1998. p. 80.).

As sequências didáticas são desenvolvidas com objetivos educacionais específicos e necessitam que haja interação do novo conhecimento com o

conhecimento cognitivo prévio do aluno para que possa haver aprendizado significativo.

É fato que, no processo de ensino e aprendizagem, os professores precisam buscar metodologia e didática inovadoras, com o objetivo de despertar o interesse dos alunos e, por fim, proporcionar um aprendizado significativo onde os conceitos, fórmulas, cálculos e fenômenos estejam contextualizados holisticamente.

A metodologia precisa funcionar como “âncora” que dá sentido à rede de conhecimentos ensinados e aprendidos. E essa âncora também deve servir para apontar em “mares promissores” onde o aluno tenha perspectiva de crescimento e cidadania. Nesse sentido, entendemos que o ensino de modo geral e mais especificamente o ensino da Física deve promover a cidadania, capacitando o aluno para a vida, de preferência com olhar científico.

A escola deve estar comprometida com a cultura geral diferente, fundamentada no domínio tecnológico e científico do homem sobre a natureza. A educação geral será compreendida como apropriação dos princípios teórico-metodológicos que poderão permitir a execução de tarefas instrumentais e o domínio de diversas formas de linguagens, além da consciência da sua inserção no conjunto das relações sociais das quais participa. O objetivo desta escola deve ser a promoção da cidadania, do homem da polis, participante nos diferentes espaços, enquanto produtor e consumidor na sociedade (OLIVEIRA, 1995).

A capacitação do professor é de fundamental importância no sentido de proporcionar um ensino de Física mais satisfatório frente as dificuldades enfrentadas com a disciplina. As dificuldades na Física são perceptíveis no dia a dia escolar: o baixo rendimento quantitativo e qualitativo, os estigmas de que a disciplina é difícil por envolver cálculos matemáticos; enfim, são obstáculos diários a se vencer. Assim sendo, nota-se que se faz necessário uma transformação no ensino da Física, tornando os conteúdos mais atrativos, não como mera curiosidade ou entretenimento, mas como uma Física que explique e se fundamente nos diversos tipos de fenômenos, construindo uma nova visão sobre temas abordados; dessa maneira, tornando a Física nutriente para as necessidades do dia a dia, é provável que se obtenha melhor rendimento.

Com a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, o processo de ensino e aprendizagem promove uma comunicação eficaz em que o aluno é integrante de novos conhecimentos, através de termos, conceitos, imagens, símbolos, elos

familiares a ele. Dessa forma o professor mediador diminui os obstáculos entre teoria e prática, motivando o aluno a refletir sua realidade para além do ambiente escolar (MOREIRA, 2018.).

Assim, na perspectiva ausubeliana, aprender significativamente é ampliar e reorganizar ideias já existentes na estrutura cognitiva e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conhecimentos. Quanto maior o número de “links” feitos, mais consolidado estará o conhecimento. Fica então claro que

O conhecimento prévio é, na visão de Ausubel, a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Isto é, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influência novas aprendizagens, esta variável seria o conhecimento prévio, os subsunçores já existentes na estrutura cognitiva do sujeito (MOREIRA, 2010).

Um fator importante para a aprendizagem significativa é o subsunçor — uma ideia já presente na estrutura cognitiva e que proporciona a conferência de significados a novos conhecimentos descobertos ou apresentados. Assim sendo, é necessário destacar que a assimilação de novos conhecimentos está diretamente relacionada aos conhecimentos prévios dos alunos, sendo o subsunçor um conceito indispensável para a aprendizagem significativa — mais precisamente, é justamente isso que permite a assimilação do saber (MOREIRA, 2018).

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. A este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel (1918–2008) chamava de subsunçor ou ideia-âncora (MOREIRA, 2012, p.2).

Ausubel, no entanto, estabelece duas principais condições para que ocorra a Aprendizagem Significativa. Primeiramente, o aluno deve possuir motivação, disposição para aprender. Em segundo lugar, o conteúdo ensinado precisa ser potencialmente significativo de modo lógico em sua natureza e psicológico em relação às experiências que cada aluno possui:

“Essencialmente, são duas as condições para uma aprendizagem significativa:

- 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e

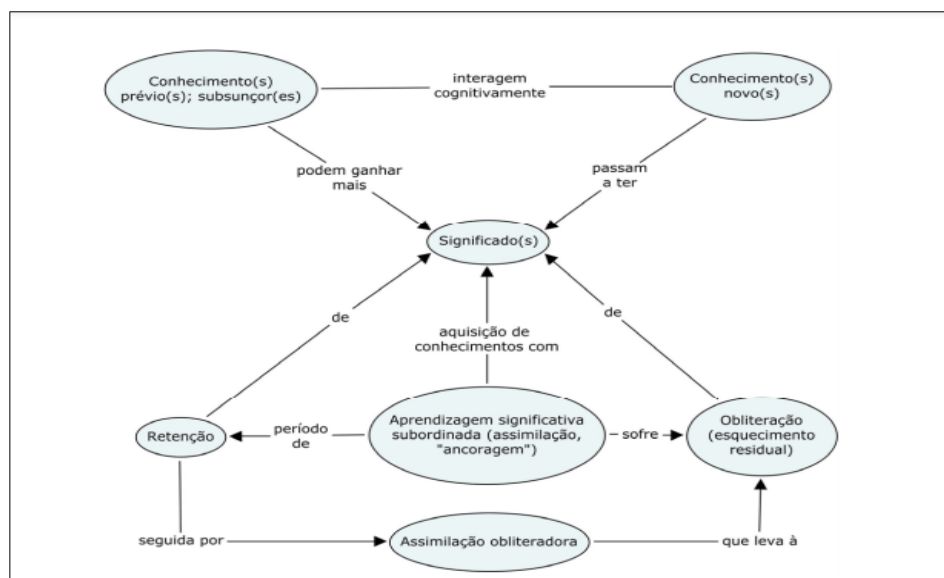
2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender” (MOREIRA, 2010).

### 2.1.5.2 Aprendizagem Significativa: Mapas Conceituais e Mentais

Um mapa conceitual é uma representação gráfica dos vários tipos de relações existentes entre determinados conceitos, feito a fim de auxiliar educadores e educandos na estruturação e apreensão do conhecimento.

Conceitos são, na definição de MOREIRA (2017, p. 108), “regularidades ou padrões percebidos em objetos ou eventos, ou em registros de objetos ou eventos, designados por um rótulo, geralmente um símbolo linguístico”. Por exemplo, a palavra mesa indica uma regularidade comum entre uma série de objetos que podem ser feitos de materiais e formatos diferentes, mas que compartilham o mesmo padrão: são móveis com uma superfície plana sustentada por “pernas”. O mesmo serve para processos ou ideias: quando há um padrão reconhecível, há um conceito.

Figura 1- Mapa conceitual.



Fonte: <http://moreira.if.ufrgs.br/apsigmapasport.pdf>.

O mapa é similar a um organograma, com um conceito principal do qual fluem todos os outros. Os conceitos ficam dentro de quadros — ou balões, quadrados, círculos ou outras figuras geométricas — e são ligados por linhas ou setas que conectam as figuras cujos conceitos têm relação entre si. Acompanham essas linhas ou setas palavras ou frases que formam proposições, indicando o tipo

de relação que há entre os conceitos. Por exemplo, pode-se representar uma relação de geração com “gera” ou “é gerado por” acompanhando uma linha ligando um conceito a outro; indicar uma de derivação com “deriva” ou “é derivado de” dentre outros (MOREIRA, 2017).

O mapa conceitual foi criado por Joseph Novak, e sua inspiração foi a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que enfatiza a necessidade de haver um conhecimento prévio ancorando novos aprendizados e a conveniência de se apresentar novas matérias a partir de ideias mais gerais que se desdobrarão em conhecimentos específicos. Nas palavras de Ausubel (2003), é mais fácil para os seres humanos “apreenderem os aspectos diferenciados de um todo, anteriormente apreendido e mais inclusivo, do que formular o todo inclusivo a partir das partes diferenciadas anteriormente aprendidas”.

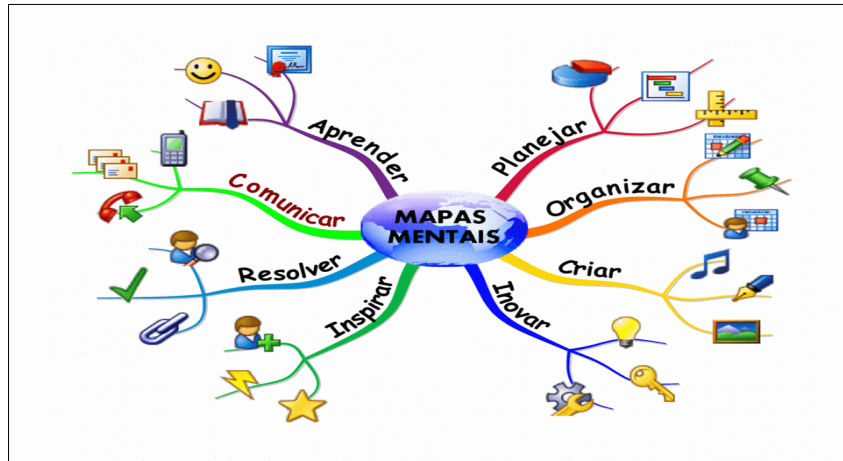
A forma de diagrama também torna mais clara a hierarquia do conhecimento e ajuda o aluno a perceber a interdependência e organicidade que existe entre diferentes conceitos. Para Ausubel (2003), toda disciplina se estrutura no intelecto humano de maneira hierárquica, de maneira que “as ideias mais inclusivas ocupam uma posição no vértice da estrutura e subsomem, progressivamente, as proposições, conceitos e dados factuais menos inclusivos e mais diferenciados.”

Os mapas conceituais são instrumentos que auxiliam tanto na avaliação da aprendizagem quanto no planejamento de ensino. Em se tratando de avaliar mapas, no entanto, considerar um mapa correto ou errado não é a melhor abordagem, uma vez que nenhum mapa conceitual é exaustivo e que o mais importante é seu processo de construção, que estimula a mente a identificar diferenciações e similaridades e a entender os elos que unem diferentes elementos de um conhecimento ou processo (NOVAK, 2006).

Mapas mentais são formas de registrar ideias e conectar conceitos através de uma palavra ou frase curta. Segundo Buzan (1996) a técnica do Mapa Mental (Mind Map's) permite expressar um pensamento ou uma linha de raciocínio, de modo espontâneo e organizado.



Figura 2 - Mapa mental.



Fonte: <https://comissaovestibulandos3.blogspot.com>.

O Mapa mental pode ser elaborado com componentes em símbolos, palavras, desenhos, geralmente com um conceito central e ideias associadas dispostas ao redor em estrutura radial e não proporcional, incentivam as pessoas a pensarem, organizarem e apresentarem informações dentro de uma hierarquia radial, localizando o conceito mais importante no centro de um dado diagrama e relacionando-o a outros conceitos (ou detalhes do primeiro conceito, ou ambos) “situado cada vez mais longe do centro do diagrama” (HERMANN, 2005. p.80).

A elaboração do mapa mental não depende de tecnologia, pode ser feito manualmente com lápis e papel. Atualmente, contudo, já existem programas e aplicativos voltados para sua elaboração.

Quadro: 2 -Comparativo entre mapas mentais e conceituais

MAPA CONCEITUAL	MAPA MENTAL
Desenvolvido por Dr. Joseph D. Novak em 1972.	Tony Buzan popularizou a ideia de mapeamento mental em 1970
Objetivo é organizar ideias, conceitos e informações de modo esquematizado.	Levar ao desencadeamento de um pensamento, uma linha de raciocínio
Conecta vários conceitos ou ideias	Concentra-se em um conceito
Estrutura radial	Uma rede de conceitos interconectados
Normalmente, é um processo mais longo, exigindo pensar em detalhes	É um processo de criação rápido e espontâneo

Mais objetivo do que subjetivo	Mais subjetivo do que objetivo
Estrutura proposicional (tópico-rótulo-tópico) geralmente formam frases)	Estrutura não proposicional podem constar figuras coloridas
Inclui conceitos e as relações entre eles indicadas por palavras de ligação ou frases de ligação	Geralmente, tem uma ideia central colocada no meio e tem ideias associadas dispostas ao seu redor em uma estrutura radial.
Representar e conecta ideias e conceitos de modo claro e organizado	Cada item do mapa mental tem apenas uma palavra ou uma frase curta

Fonte de Autoria própria.

Os mapas conceituais e mentais são recursos pedagógicos que podem auxiliar o aprendizado de modo positivo uma vez que promovem o desenvolvimento da capacidade de síntese, organização e criatividade, além de uma melhor compreensão e aplicação de conceitos.

## 2.2 Referencial da BNCC

O filme Star Trek (2009) como instrumento de aporte no processo de ensino e aprendizagem, a metodologia e aplicação desse trabalho, se relacionam de modo direto com as Competências Gerais da BNCC que percorrem toda a Educação Básica.

As referências da Base Nacional Comum Curricular sobre as etapas da Educação Infantil e do Ensino Fundamental foram homologadas no ano de 2017, sendo incorporada gradualmente no decorrer dos anos subsequentes à sua homologação. De acordo com a BNCC, a disciplina Física, juntamente com Química e Biologia, estão agrupadas na Área de Ciências da Natureza, por terem como característica sentidos empiristas e/ou intuitivistas.

A BNCC traduz em sua estrutura o fato de a sociedade contemporânea está disposta em uma base de desenvolvimento científico e tecnológico onde o ensino deve se voltar para a formação integral dos alunos. Para tanto, será preciso o desenvolvimento de competências e habilidades a fim de se ocupar um lugar participativo, crítico, nos debates sobre temas científicos e diversos, que se relacionem com a vida e a sociedade de modo geral.

O ensino de Ciências na BNCC está introduzido como um meio essencial para:

[...] o desenvolvimento do letramento científico, que envolva a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências (BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR, 2017, p. 321).

Evidencia-se, ainda, que no processo de letramento científico se faz necessário a investigação como instrumento de aprendizagem. As Ciências, segundo a BNCC, devem aproximar os alunos do Ensino Fundamental dos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica.

A BNCC está estruturada de modo a promover o desenvolvimento de habilidades e competências ao longo de todo o processo formativo, são objetivos que todos os alunos devem alcançar em cada modalidade de ensino. A área Ciências da Natureza é formada pelo componente curricular Ciência, o qual está organizado em três unidades temáticas que apresentam a finalidade de assegurar as aprendizagens essenciais da área, são elas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo.

O projeto ora desenvolvido, está adequado aos parâmetros norteadores gerais da BNCC, em seu texto original, dentre as dez Competências Gerais da BNCC, podemos destacar as presentes, direta ou indiretamente, nesse projeto:

#### Quadro 3 – Competências da Educação Básica

<b>COMPETÊNCIAS GERAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA CONTEMPLADAS</b>
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, dos locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artísticas, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
8. Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos, bem como articular, integrar e sistematizar esses fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre várias ciências e área de conhecimento.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários

Fonte de Autoria própria - adaptado da BNCC

No decorrer da Educação Básica, as aprendizagens essenciais definidas na BNCC devem concorrer para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais, que consubstanciam, no âmbito pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento. Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socionacionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR, 2017, p. 10).

Podemos afirmar que o presente trabalho está alinhado à Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Fundamental, ao envolver os alunos em trabalhos experimentais, contextualizados, que desafiam e aguçam a criatividade, investigação, empatia, utilização de diferentes linguagens como o cinema e a gamificação, dentre outros.

Em relação às competências e habilidades da BNCC para o Ensino Fundamental, o trabalho se organiza em suas etapas da seguinte forma:

Quadro 4: Competências e Habilidades BNCC.

Unidade Temática	Objetos de conhecimento	Habilidade (EF09CI16)
Terra e Universo	*Astronomia e cultura; *Vida humana fora da Terra; *Ordem de grandeza astronômica; *Evolução estelar	Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.
Está adequado a BNCC, de modo específico, da seguinte forma:		
Objeto de Conhecimento	Competência	Habilidade
NEWTON 1ª Lei 2ª Lei 3ª Lei	8-Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos, bem como articular, integrar e sistematizar esses fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre várias ciências e área de conhecimento.	H16. Identificar e compreender no cotidiano a atuação das Leis de Newton

Fonte de Autoria própria-adaptado da BNCC.

### 3 A ARTE CINEMATOGRAFICA, CIÊNCIA E EDUCAÇÃO

#### 3.1 A Evolução do cinema e sua importância na comunicação humana

Embora não seja possível, e nem seja o objetivo deste trabalho, contar detalhadamente toda a história do cinema e sua importância como forma de comunicação humana, no limite que o espaço permite, alguns estágios dessa história precisam ser apresentados, pois julgamos de fundamental importância para a compreensão do que é o cinema.

Os estágios da história humana podem ser encontrados em qualquer livro de história, contudo, a história pode adquirir novos significados e movimentos quando a utilizamos para fazer reflexões sobre o tempo e a condição humana. Por trás dessa história, ou entre ela, por entre ela, está o cinema e sua evolução, que não fariam sentido sem as interpretações intelectuais humanas, para tanto, da caverna, dos grunhidos e gestos à era do cinema, o espaço aqui se torna injusto, tímido, escasso, para contar tudo quanto ocorreu. Convém, portanto, buscar um pouco do passado para explicar o presente (FERREIRA, 2018).

O processo de evolução da comunicação sempre esteve imbricado no processo de evolução do homem. Embora comumente ligada à escrita e oralidade, a comunicação abarca tudo que pode ser interpretado: por exemplo, o simples gesto de acenar com a mão espalmada, se for interpretado como um adeus, até logo, já configura comunicação: alguém gesticulou e alguém interpretou o gesto. E era exatamente através da gesticulação que os hominídeos se comunicavam; grunhidos, gestos e outros sinais eram responsáveis pela interação social. Somente com o aparecimento do "cro-magnon" é que surge a cultura oral. A fala possibilitou assim um salto no desenvolvimento humano; houve a necessidade de armazenar a produção do conhecimento acumulado e de fazê-lo chegar a mais pessoas. Foi nesse período (10.000 a.C.) que o homem começou a se expressar por meio de sons e de imagens desenhadas nas paredes das cavernas (MORAN, 2014).

Graças à arte rupestre é que se pôde conhecer culturas e hábitos dos povos da antiguidade. Sem muitos recursos tecnológicos, os antigos utilizavam pedras, ossos, extrato de árvores e sangue para produzir seus desenhos e pinturas. Essa preocupação em registrar movimento, narrar a vida, é bem antiga e ganha

significados novos e diferentes à medida que o próprio homem tenta desvendar, compreender sua história em forma de arte. Ao nomear sentimentos, objetos, fenômenos da natureza, seres vivos e tudo o mais que existia ao seu redor, criou símbolos para representar a realidade. Esses desenhos-escrita são chamados de pictogramas, que significam descrição da imagem para servir de símbolo (MORAN, 2014).

A palavra cinema, contudo, no sentido que é usada hoje, teve origem no idioma grego *kinema*, significando "movimento". Cinema, portanto, é a técnica artística de exibir e reproduzir imagens em movimento; é uma evolução dos desenhos, da fotografia, do teatro, dos dramas e novelas. A invenção do cinema veio inaugurar uma era de globalização da arte, apresentando-a ao mundo em todos os ângulos possíveis.

Foi em 28 de Dezembro de 1895, no salão Grand Café, em Paris que surgiu o cinema com os irmãos Lumière, que empreenderam a primeira apresentação pública do cinematógrafo (FERREIRA, 2018).

Essa trajetória da imagem como comunicação parece pontuar uma necessidade humana de explicar e interpretar o mundo. A tentativa, desde os primórdios, de dar movimento às imagens ressoa como faísca de uma luminosidade permanente e inevitável. E talvez com pretensão desmedida, se diga que essa luminosidade era a mesma que adentrava o mundo das cavernas platônicas. A imagem como instrumento libertador, como possibilidade de ascensão do pensamento, da imaginação, da razão. Mas a imagem não está sozinha no mundo, nunca esteve. Ela não se encerra em si mesma, e só ganha sentido através do olhar do homem sobre ela (MORAN, 2018)

A primeira fase do cinema ocorreu de 1894 a 1908 e foi marcada principalmente pela produção de filmes não narrativos. Na segunda fase, de 1908 a 1915, ocorreu o surgimento das primeiras formas simples de narrativas, assim como um crescente processo de narratividade do cinema.

O primeiro cinema é sobretudo um processo de transformação — transformação que é visível na evolução técnica dos aparelhos e na qualidade das películas, na rápida transição de uma atividade artesanal e quase circense para uma estrutura industrial de produção e consumo na incorporação de parcelas crescentes do público (COSTA, 1995, p. 36).

A partir de 1915, os filmes de longa metragem tomaram conta do mercado e houve um aperfeiçoamento narrativo surgido na fase anterior. A linguagem cinematográfica e seus próprios meios expressivos começaram a ganhar forma: sequências mais trabalhadas, mais de um plano, close-up, maior clareza visual. Podemos afirmar que o primeiro cinema chega ao fim quando encontra uma forma própria de contar a sua história a partir de elementos específicos de sua linguagem e formas de expressão, e D. W. Griffith talvez tenha sido o nome mais importante neste sentido; com ele o cinema encontrou o caminho em direção ao status de arte, inaugurando um cinema narrativo e autossuficiente (FERREIRA, 2018).

Nos primeiros vinte anos de sua criação, o cinema foi considerado desinteressante (para alguns críticos), pois se encontrava em seu período preliminar de linguagem. Nos idos de 1970, porém, os pesquisadores começaram a questionar a estagnação da arte cinematográfica e esses questionamentos deram origem a reformas significativas tanto no material produzido, quanto nos meios de produção. As discussões em torno do cinema demonstravam uma necessidade não apenas de transformação tecnológica, mas sobretudo de uma transformação de pensamento fundamental para o renascimento do cinema. Essa transformação, de certa forma, não se dava apenas no campo da pesquisa de especialistas, mas também no campo sociocultural (FRESQUET, 2013).

Com o cinema, a arte contemporânea encontrou, como em nenhum outro tempo da história, meios para dar corpo à sua dimensão simbólica: num mesmo espetáculo foi possível conjugar narração, gesto e imagem. No prefácio da obra *O Cinema ou o Homem Imaginário* (1956), Edgar Morin recorda que a invenção do cinematógrafo logo derivou para o cinema, para “um espetáculo imaginário (...) um espetáculo mágico de metamorfoses”. Para esse autor, o cinema, marca da modernidade do nosso tempo, remete-nos a questões primordiais da filosofia e da antropologia ao descrever-nos o homem não só como homem que fabrica instrumentos, como *homo sapiens* (o racional e realista), mas sobretudo, como *homo demens*, aquele que produz fantasmas, mitos, ideologias e magias. O cinema veio assim reforçar o que já se sabia: que o imaginário faz parte da realidade humana.

O cinema já conta com mais de um século de existência atingindo hoje quase a totalidade da humanidade, de uma forma ou de outra. Desde sua primeira apresentação em 1895 o cinema evoluiu, passando da era do cinema mudo, de

combinações de imagens fotográficas móveis, em preto e branco, para a reprodução de imagens em movimento, combinando ruídos, músicas, efeitos especiais, conduzindo o espectador a uma linguagem totalmente nova que busca se aproximar cada vez mais da realidade.

Desde sua criação, o cinema já despontava como elemento de influência e atuação na formação cultural e social. O crescimento do cinema gerou uma cultura intensa, composta por ações conscientes de observação e análise de filmes. E cada pessoa ou grupo social tem um olhar específico sobre o cinema, uma diferenciação causada pelo contexto de vida de cada um (MORAN, 2014).

É inegável a influência do cinema e o reconhecimento de sua importância. No final da I Guerra Mundial, por exemplo, a Liga das Nações estabeleceu a necessidade de criação de um Instituto Internacional de Cooperação Intelectual (IICI). Esse órgão tinha por finalidade favorecer a aproximação de intelectuais de diversos países e também de incluir o cinema como meio de estudos científicos no ensino universitário. Garcia-Cancline (1995) nos aponta que o cinema se converteu rapidamente, em menos de uma década, na principal forma de se ver arte; e o mais interessante nesse percurso de mudança é o fato de multidões se acostumarem a ir ao cinema ver de dois a quatro filmes por semana. Dessa maneira, as modernas tecnologias mudaram e condicionaram a rotina das pessoas. O cinema é dotado de circunstâncias, todas elas falam sobre a vida, do que oprime, do que liberta (FERREIRA, 2018).

O objetivo de toda arte é explicar ao próprio artista, e aos que o cercam, para que vive o homem, e qual é o significado da sua existência. Explicar às pessoas a que se deve sua aparição neste planeta (...), ou, ao menos propor a questão. (...) A arte é um meio de assimilação do mundo, um instrumento para conhecê-lo ao longo da jornada do homem em direção ao que é chamado "verdade absoluta" (TARKOVSKI, 1998, p.38-39).

O cinema, de ficção ou não, retrata a vida humana em todas as suas formas, e essa capacidade criadora transmite ao telespectador a impressão, a empatia da realidade projetada. Mesmo nas tramas mais absurdas e irreais, o telespectador faz pontes, relaciona, pensa (diante do impensável). Toda essa interação configura-se em problemas para atividade filosófica. Conforme Cabrera, "para fazer Filosofia com o filme, precisamos interagir com seus elementos lógicos, entender que há uma ideia ou um conceito a ser transmitido pela imagem em movimento" (2006, p. 22).



### 3.2 O cinema como recurso pedagógico

Em relação ao uso do cinema em sala de aula, convém considerar o avanço das tecnologias nas sociedades globalizadas. É necessário que professores e alunos sejam inseridos nesse contexto, como convém também interrogar se o avanço tecnológico tem modificado a forma de pensar e de como se produz e se contempla arte. Inserir o uso do cinema na escola é interessante e desafiador para professores e alunos, ambos devem ter o objetivo de se tornarem espectadores mais críticos e exigentes a respeito do que o cinema e outras mídias produzem.

No contexto atual, o uso do cinema em sala de aula se insere no debate mais amplo sobre o uso do audiovisual e das mídias digitais na educação. Até que ponto os avanços tecnológicos alteram (ou devem alterar) nossa maneira de ensinar e de aprender? Seria possível ignorar que hoje o cinema e a TV, por causa da internet, estão difundidos a ponto de fazerem parte do cotidiano da maioria dos alunos numa sociedade globalizada? Cremos que não; em vez disso, professores e alunos devem aceitar essa realidade inevitável, aproveitando-se disso inclusive para gerar aulas mais cativantes, que evitem o que há de mais contraproducente no modelo tradicional de ensino.

[...] O fato é que nossos alunos são formados dentro da cultura digital e profundamente influenciados por ela. Com a democratização do uso da internet, o crescimento do número de lanhouses, o barateamento dos computadores, e mesmo a implantação de programas do governo destinados à informatização das escolas, não há por que trabalhar usando somente o quadro e o giz (MENEGUELLI, 2010, p. 49).

Mais importante que toda essa promessa de “felicidade midiática”, tecnológica, está o saber filtrar, está a necessidade de se fazer leituras adequadas de mundo e de saber usar as informações para a formação. Por essa razão, vemos que o cinema em sala de aula pode ser um bom aliado no progresso cognitivo do aluno; contudo, a grande questão que surge da proposta de conjugar cinema e Física em sala de aula é sobre a possibilidade concreta de se alcançar o objetivo pedagógico da utilização do cinema para o aprendizado. Por que o cinema? Como explicar e desenvolver a proposta de modo que ela não se esvaia como algo teórico e distante da realidade? O assunto é controverso se considerarmos que ao longo da história do cinema várias teorias foram elaboradas, algumas trataram de desqualificar o cinema como arte capaz de despertar a cognição (MOURA, 2019).

A potencialidade formativa de um recurso audiovisual como o cinema envolve tanto as dimensões do cinema (cognição, psicologia, estética, social) quanto as diversas práticas educativas e culturais que configuram

uma experiência teórica, prática, reflexiva e estética. Dessa forma, inserir o cinema na prática escolar é ampliar os repertórios socioculturais, é despertar novas sensibilidades, compreendendo que o cinema, assim como as demais produções artísticas, “não é só uma máquina de produzir significados, mas também arte, campo de produção de valores” (RIVOLTELLA, 2005, p. 84).

Concordamos com Piassi (2017) quando fala que, trabalhar cinema na escola não se resume a analisar se um filme é bom ou ruim; o objetivo da utilização do cinema quanto instrumento pedagógico é buscar essências, estas que estão além do visível, que necessitam de um olhar mais profundo, apreciativo sobre a obra. É um desafio estabelecer um diálogo entre cinema e Física em sala de aula, especialmente ao considerarmos o bombardeio diário de toda uma indústria tecnológica oferecendo toda sorte de ideologias. Este é um bom pretexto para levar adiante a conjugação de Física e arte no âmbito escolar.

A sociedade se transformou, vive em uma era de supervalorização da imagem e das engrenagens mecânicas. Essa é uma revolução cultural que torna necessário um olhar crítico sobre tudo. O cinema, portanto, assume função estratégica e pedagógica na sociedade, podendo contribuir para a politização dos indivíduos. Nesse sentido, se torna essencial abordar e inserir a cultura do cinema no cotidiano escolar uma vez que essa cultura influencia a vida induzindo pessoas a identificarem-se com as ideologias, representações sociais e políticas. Ao mesmo tempo em que proporciona prazer, entretenimento, a mídia do cinema atua na articulação de valores.

No entender de Almeida (2007, p. 160):

“É preciso criar situações de formação contextualizada, nas quais os educadores possam utilizar a tecnologia em atividades que lhes permitam interagir para resolver problemas significativos para sua vida e trabalho, representar pensamentos e sentimentos, reinterpretar representações e reconstruí-las para poder recontextualizar as situações em práticas pedagógicas com os alunos”.

Entendemos que o cinema tem contribuído com o objetivo de entreter, mas também ele tem seu potencial informativo e reflexivo. Podemos levar nossos alunos a refletirem sobre um determinado tema através de discussões, análises e reproduções ou criações de determinada atividade orientada.

A escolha correta de determinada película deve ser um ato pensado e planejado para motivar os alunos a se apropriarem de conhecimentos específicos da disciplina orientadora, bem como ajudá-los a perceber a utilidade e importância da aquisição dos conteúdos e de suas relações com outras áreas de conhecimento.

“...uma vez que a utilização do cinema costuma ser vista apenas como um modo de preencher horários de aulas não dadas. (...) Culpar unicamente os alunos pelas dificuldades de aprendizagem não se constituía uma “verdade” segura uma vez que o professor tem as possibilidades e o dever de criar condições favoráveis para o bom desempenho dos alunos” (MOURA, 2019, p. 11).

O poder de atração e encantamento que uma obra cinematográfica pode exercer nos alunos deve ser aproveitado pelo professor para fazer uma intervenção pedagógica e buscar estimular descobertas contextualizadas, permitindo uma natural interdisciplinaridade que o próprio filme traz em seus enredo, favorecendo a absorção de conhecimentos, a construção de novos pontos de vistas e a criatividade (PIASSI, 2013).

### 3.3 Cinema e aprendizagem significativa no ensino da Física

O estudo da Física nas escolas pública inicia ainda no Ensino Fundamental, é uma fase em que o adolescente está familiarizado com a tecnologia de smartphones, especialmente para acesso de redes sociais, vídeos e filmes diversos. Diante disto surgiu a ideia de utilizar o cinema como mediador no processo ensino-aprendizagem. Dentre os gêneros de filmes, “o uso da ficção científica como recurso didático em aulas de física e outras disciplinas vem sendo proposto por diversos autores e implementado por diversos professores.” (PIASSE, PIETROCOLA, 2006, p. 01).

A escolha do filme Star Trek(2009) se deu pela possibilidade de explorar as teorias físicas de Isaac Newton a partir do roteiro, uma vez que na Teoria da Aprendizagem Significativa há a sugestão de que o professor mediador deva fertilizar a estrutura cognitiva do aluno utilizando uma metodologia nomeada por ele de organizador prévio.

Essa metodologia pode utilizar instrumentos introdutórios a serem observados antes do conteúdo instrucional, possuindo capacidade de generalização e abstração, o um filme se adéqua à proposta por permitir essa passagem do abstrato para o concreto, relacionando ficção com realidade e com as Leis de Newton, funcionando como organizador prévio, capaz de fornecer ancoragens que proporcionarão novos significados.

Organizadores prévios podem fornecer ideias âncoras relevantes no campo conceitual a ser introduzido. Podem servir de ponto de ancoragem inicial

quando o sujeito não possui os conceitos necessários para que a aprendizagem significativa se desenvolva (Moreira, 2006, p. 25).

Gentner e Stevens (1983) estudaram estruturas cognitivas e sua utilização nas analogias de ensino de conceitos físicos. Constataram, por exemplo, que utilizar representações de situações já conhecidas como base cognitiva para o processo de aprendizagem de novos conceitos torna a compreensão e o processo de aprendizado mais eficazes.

Portanto, iniciar o estudo da Física clássica direcionado aos alunos do fundamental abordando uma projeção cinematográfica ambientada em naves espaciais envolvendo soluções possíveis para contornar as dificuldades como: ausência de gravidade, vácuo e outras problemas relativos a ciência Física, seria um fator facilitador para aquisição da aprendizagem significativa sobre as Leis de Newton, presentes no funcionamento de uma nave espacial e universo futurista.

Nesse sentido o filme além de “ancoragem inicial”, pode funcionar como elemento motivador em relação aos conteúdos trabalhados, conforme destaca o crítico literário canadense Northrop Frye “Não importa quanta experiência acumulamos ao longo dos anos, jamais alcançaremos em vida toda a dimensão da experiência proporcionada pela imaginação. Só conseguem alcançá-la as artes e as ciências...” (FYRE, 2017, p.89).

No caso, a imaginação está presente na ficção científica de Star Trek e toda ficção tem por objetivo falar de alguma realidade. Dessa forma, os alunos serão motivados a pensarem, fazerem conexões, investigarem, construir pontes com a realidade. E no percurso do mundo subjetivo, muitas vezes difícil de ser decifrado, entra o fator pedagógico que através de uma aprendizagem significativa, procura dar sentido as ancoragens, educando para a física, história, dentre outras áreas. O filme se caracteriza, portanto, como uma fonte promissora de subsunçores (PIASSI, 2017).

### 3.3.1 Potencial pedagógico de Star Trek para ensino da Física

Não é possível ignorar a revolução causada pelo avanço tecnológico. Nesse contexto, podemos citar que o cinema representa uma potência midiática de grande influência cultural e social e configura tanto um instrumento como um objeto de intervenção educativa.

Consideremos que os esforços verbais do professor são insuficientes, contém limitações que dissolvem o aproveitamento educacional em sala de aula. Mas é chegado o tempo de utilizar os suportes tecnológicos a favor de um maior rendimento escolar. Mesmo porque existe atualmente toda uma estrutura moderna e

eficaz que possibilita o acesso rápido e fácil a informação. A educação não deve ficar à margem desse desenvolvimento. É importante chamar a atenção do aluno para os eventos modernos que modificam diretamente a relação do homem com o mundo. Através do cinema em sua dimensão formativa, é possível invocar um pensamento crítico, reflexivo, inovador, transformador, fruto da aplicação entre teoria e prática.

Em muitos filmes das séries Star Trek observa-se que o capitão Kirk (personagem principal) pede para seu oficial de engenharia que resolva os problemas de sua área e recebe como resposta: “Mas eu não posso mudar as leis da física, Capitão”. Podemos observar com esse diálogo que os filmes de Jornada nas Estrelas, embora sejam obras de ficção, têm, de certo modo, preocupação com a Física. Seus roteiristas buscam ter coerência e inovação.

De fato, muito antes dos roteiristas de Jornada nas Estrelas conjurarem os campos de dobra, Einstein dobrou o espaço-tempo, utilizando, assim como eles, nada além de sua própria imaginação. Entretanto, em vez de imaginar tecnologias de naves estelares do século XXIII, Einstein imaginou um elevador (KRAUSS, 1996, p.25).

Claro que os filmes de Star Trek têm coisas que parecem absurdas aos olhos da física de hoje, mas será que a física quântica não nos parece absurda se comparada com a clássica física de Newton?

A criação de Gene Roddenberry (1921-1991) o filme Star Trek (2009), se passa no espaço, a maior parte do tempo na nave Enterprise, retratando uma sociedade futurista do século XXIII. O filme protagoniza diversos itens tecnológicos imaginários, como realidade virtual holográfica, armas a laser, tele transporte, androides e modernos computadores, dentre outros.

Muitos artefatos apresentados nos filmes da franquia não faziam parte da sociedade da época, porém, ao analisarmos as criações tecnológicas exibidas em Star Trek, parecemos presenciar muito mais que um filme de ficção, mas de previsão de um futuro totalmente imerso em tecnologia sempre superior ao que vivemos na época da produção.

Dentre os eventos de Star Trek, constam viagens superiores a velocidade da luz e tele transportes de corpos que não são realizações possíveis de acordo com teorias físicas, apesar dos muitos avanços científicos e tecnológicos.

Para se alcançar a velocidade da luz seria necessária uma quantidade infinita de energia, o que se configura em uma barreira impossível a ser superada por corpos massivos. Lawrence Krauss (1995), escritor e físico, ao analisar o filme

Star Trek, mais especialmente o movimento da nave Enterprise em sua relação com a velocidade da luz, afirmou:

"Para resolver esse dilema, algum tempo depois da produção de naves estelares da classe *Constitution* - mais especialmente a Enterprise (NCC-1701)-, os roteiristas de jornada nas Estrelas tiveram de desenvolver uma resposta às críticas segundo as quais as acelerações a bordo da espaçonave, a velocidade da luz, transformaria a tripulação em 'salsa picadinha'. Então eles criaram os neutralizadores de inércia (*inertialdampers*), um engenhoso dispositivo no roteiro da série, para contornar esse pequeno, mas incômodo problema" (KRAUSS, 1995. p.6).

Força é "uma influência externa ou ação, sobre um corpo, que provoca uma variação de velocidade do corpo" (TIPLER; MOSCA, p. 94). A força possui magnitude (intensidade) e orientação. Quanto à massa, TIPLER e MOSCA (p.96) a exemplificam e definem da seguinte maneira:

"Os corpos resistem intrinsecamente a serem acelerados. Se você chuta uma bola de boliche e uma bola de futebol, verifica que a bola de boliche resiste muito mais a ser acelerada, o que é evidenciado pelos seus dedos do pé doloridos. Esta propriedade intrínseca é a chamada massa do corpo. É uma medida da inércia do corpo. Quanto maior a massa de um corpo, tanto mais ele resiste a ser acelerado" (p. 96).

Quando um corpo está sujeito a um resultado não nulo (distinto de zero) de forças, ele ganha uma aceleração (variante de velocidade). Essa aceleração, conseqüentemente, é inversa à proporção de sua massa, ou seja: quanto maior a massa, menor será a aceleração do corpo. De acordo com as Leis de Newton, a massa serve como referencial de medida de inércia do corpo em seu estado de equilíbrio estático ou dinâmico.

Os tripulantes da nave Enterprise seriam incapazes de resistir ao movimento causado pelo impulso dos motores, os objetos também sofreriam danos, a atuação da inércia funciona como ação amortecedora

O poder de atração e encantamento que uma obra cinematográfica pode exercer nos alunos deve ser aproveitado pelo professor para fazer uma intervenção pedagógica e buscar estimular descobertas contextualizadas. Há uma natural interdisciplinaridade que o próprio filme traz em seus enredos favorecendo inclusive a absorção de conhecimentos específicos da disciplina ou a construção de novos pontos de vistas e criatividade.

No caso específico da Física, um filme como Star Trek pode despertar a curiosidade em entender e pensar nas possibilidades de determinada inovação ou ideia apresentada serem possíveis, pois sempre há uma gama de inovações tecnológicas inexistentes que os produtores buscam criar — por exemplo, os



comunicadores usados nos filmes e séries de Star Trek são precursores dos celulares (não tão modernos para hoje, 2022). Em suma, um filme tem potencial educativo para despertar e construir conceitos diversos de modo significativo.

Figura 3- Nave USS Enterprise - Star Trek.



Fonte: <https://pixabay.com/pt/illustrations/nave-espacial-jornada-nas-estrelas>.

É preciso ter em mente que não abordaremos os aspectos ficcionais da série que ainda não se concretizaram na realidade, apenas aqueles que podem ser abordados segundo a mecânica de Isaac Newton, para iniciarmos os alunos no estudo da mecânica clássica, além também de motivá-los no estudo da Física, a se encantarem com as possibilidades do sonhar, do experimentar e do fazer ciência que se materializa no tecer hipóteses e investigar, buscando conhecimentos, na tentativa de desvendar os mistérios que a vida nos propõe.

## 4 AS LEIS DE ISAAC NEWTON

Isaac Newton é considerado o pai da ciência moderna, tamanha sua contribuição à física com a formulação das leis da mecânica e da teoria da gravitação. Sua principal obra, *Princípios matemáticos da filosofia natural*, publicada em 1687, é considerada um divisor de águas, a primeira exposição dedutiva sistemática da mecânica clássica.

É importante perceber a magnitude da revolução que as teorias de Galileu e Newton causaram na física, em suas muitas variações, supunham que se “imprimia” algum tipo de força nos objetos para que eles se movimentassem, e essa força que estava no objeto se esvaia gradualmente, causando “desaceleração” e repouso; para Galileu e Newton, é o contrário — estado natural não é o repouso, mas o movimento. Nesse aspecto, é o exato oposto do que se pensava antes.

Antes de Galileu, pensava-se que uma força sempre presente, tal como um empurrão ou um puxão, era necessária para manter um objeto em movimento com velocidade constante. Mas Galileu, e depois Newton, reconheceram que, em nossa experiência do dia-a-dia, os objetos acabam parando como consequência do atrito. (...) Galileu raciocinou que, se pudéssemos remover todas as forças externas sobre um objeto, incluindo as de atrito, então a velocidade do objeto nunca se alteraria — uma propriedade da matéria conhecida como inércia. Esta conclusão, que Newton enunciou como sua primeira lei, também é chamada de lei da inércia" (TIPLER; MOSCA, 2014, p.93).

Reunidas, as três Leis de Newton são usadas para descrever a dinâmica dos corpos, isto é, as causas que podem alterar seu estado de movimento.

Em termos simples, as Leis de Newton tratam de situações em que os corpos permanecem ou não em equilíbrio. Quando um corpo está sujeito a inúmeras forças que se cancelam, dizemos que ele está em equilíbrio estático ou então dinâmico, ou seja, perfeitamente parado ou se movendo com velocidade constante e em linha reta.

Diz Newton em seu livro mais famoso, *Princípios matemáticos da filosofia natural*, na Definição III, que:

*A vis insita* é uma força inata da matéria; um poder de resistir através do qual todo corpo, no que depende dele, mantém seu estado presente, seja ele de repouso ou de movimento uniforme em linha reta. Essa força é sempre proporcional ao corpo a que pertence e em nada difere da inatividade da massa, a não ser pela nossa maneira de concebê-la (...). Mas um corpo só exerce essa força quando outra força, imprimida sobre ele, procura mudar sua condição (...); mas movimento e repouso, como vulgarmente concebidos, diferem apenas relativamente um do outro (NEWTON, 2018, p.40).



Vemos que a *vis insita* (*força inata*) é similar ao *impetus* (*impulso*) tal como pensado por Galileu e Descartes. Também está presente na definição a ideia da relatividade do referencial para classificar algo como móvel ou não. Esse movimento ocorre no quadro do que Newton chama de tempo e espaços absolutos — entes independentes dos corpos que se movem; neste modelo, o tempo flui uniformemente, sem distorções, e o espaço é imutável.

Ainda na obra *referida no alto livro 1*, Newton enumera suas famosas leis. A primeira delas, a que chamamos hoje de Lei da Inércia, diz o seguinte:

Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele. Os projéteis continuam em seus movimentos enquanto não são retardados pela resistência do ar, ou impelidos para baixo pela força da gravidade. Um pião cujas partes, por sua coesão, são continuamente afastadas dos movimentos retilíneos não interrompe sua rotação, a menos que seja retardado pelo ar. Os corpos maiores dos planetas e cometas, deparados com menos resistência nos espaços mais livres, preservam seus movimentos, tanto progressivo como circulares, por um tempo muito mais longe (NEWTON, 2018, p.53).

Quando um corpo está sujeito a um resultado não nulo (distinto de zero) de forças, ele ganha uma aceleração (variante de velocidade). Essa aceleração, conseqüentemente, é inversa à proporção de sua massa, ou seja: quanto maior a massa, menor será a aceleração do corpo. De acordo com as Leis de Newton, a massa serve como referencial de medida de inércia do corpo em seu estado de equilíbrio estático ou dinâmico.

Antes de expormos cada uma das Leis de Newton, cabe-nos definir força e massa, conceitos fundamentais para entendê-las. Força é "uma influência externa ou ação, sobre um corpo, que provoca uma variação de velocidade do corpo" (TIPLER; MOSCA, p. 94). A força possui magnitude (intensidade) e orientação. Quanto à massa, (TIPLER; MOSCA p.96) a exemplificam e definem da seguinte maneira:

Os corpos resistem intrinsecamente a serem acelerados. Se você chuta uma bola de boliche e uma bola de futebol, verifica que a bola de boliche resiste muito mais a ser acelerada, o que é evidenciado pelos seus dedos do pé doloridos. Esta propriedade intrínseca é a chamada massa do corpo. É uma medida da inércia do corpo. Quanto maior a massa de um corpo, tanto mais ele resiste a ser acelerado. (p. 96).

Por meio de experimentos, Newton buscou comprovar que suas leis explicavam acuradamente o movimento. A partir de suas teorias, construiu-se um modelo pretensamente universal, válido para movimento dentro ou fora da Terra.

As leis de Newton e a chamada mecânica clássica ainda são amplamente utilizadas, e graças a elas muito progresso científico foi feito; no entanto, com a descoberta do “mundo quântico” e suas leis idiossincráticas, com a reabilitação ou reavaliação parcial de modelos físicos antigos ou alternativos e com a crítica de um número de cientistas e filósofos a vários aspectos da física newtoniana, vemos que as coisas não são tão simples.

A mecânica clássica não tem validade universal, como se esperava (por exemplo, não explica o “mundo subatômico”). Mas isso só prova mais uma vez que todo modelo ou teoria científica está sempre sujeito a aprimoramento ou refutação; que, embora a física tenha a pretensão de desvendar todo o cosmos, modelos são abstrações; são parciais e contextuais (HALLIDAY, 1983).

#### 4.1 A Lei da Inércia

“Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele”, (NEWTON, 2018, p. 53). Em seguida, neste Axioma, Newton fala que projéteis continuam a se movimentar a não ser que “sofra” influência pelo atrito com o ar ou pela atração da terra, denominada força da gravidade.

Em outras palavras a primeira Lei, denominada de Lei da Inércia, afirma que todo objeto físico se manterá em estado de repouso (velocidade igual a zero) ou em movimento uniforme em linha reta (velocidade constante) a não ser que seja “forçado” a mudar sua condição por uma força externa.

Nessa Lei, não há diferença entre um objeto em repouso e outro em movimento, exceto se o fizermos comparativamente. Este é o conceito de referencial inercial: definir se que um objeto está em movimento ou não só é possível a partir de um ponto de vista estável, sem aceleração.

A primeira lei de Newton não faz distinção entre um objeto em repouso e um objeto movendo-se com velocidade constante (não-nula). Se um objeto permanece em repouso ou se ele permanece em movimento de velocidade constante, isto depende do referencial no qual ele é observado. Se você é passageiro de um avião que voa em linha reta em uma altitude constante e deposita cuidadosamente uma bola de tênis sobre a bandeja (que é

horizontal), então, em relação ao avião, a bola permanecerá em repouso desde que o avião continue voando a uma velocidade constante em relação ao solo. Em relação ao solo, a bola permanece se movendo com a mesma velocidade que o avião (TIPLER; MOSCA, 2014,p.94).

A condição de resistência ao movimento é chamada de inércia. Não existirá força resultante atuando sobre um objeto físico se toda ação externa for nula; dessa forma, o objeto físico permanecerá em velocidade constante. Se a velocidade for zero, conclui-se que tal objeto permanecerá em repouso. Contudo, se alguma força externa agir sobre tal objeto, a velocidade mudará em função da força.

Depois, Newton definiu a quantidade de movimento pelo produto da quantidade de matéria com a velocidade do corpo: Definição II: A quantidade de movimento é a medida do mesmo, obtida conjuntamente a partir da velocidade e da quantidade de matéria (ASSIS, 2013, p. 21).

Representando a quantidade de movimento por momento linear ( $\vec{p}$ ) e a velocidade vetorial por ( $\vec{v}$ ) e ( $m$ ) a massa, temos a equação:

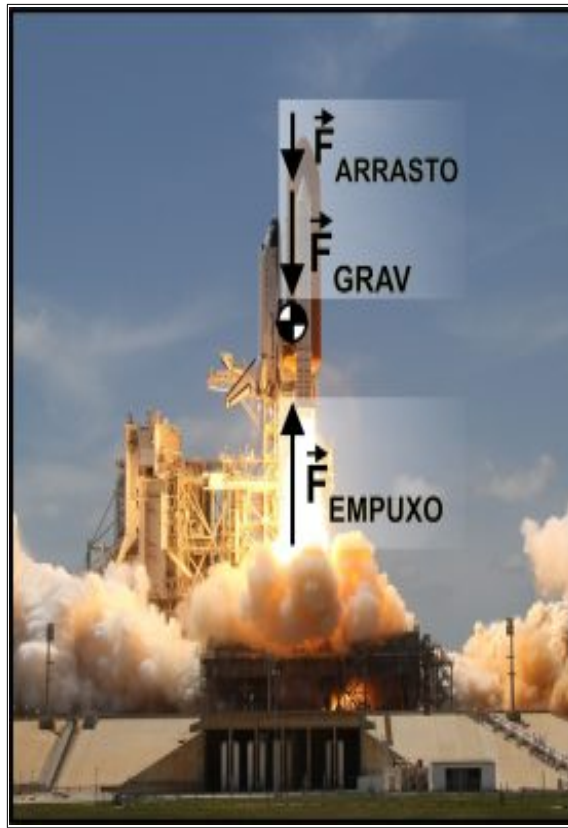
$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} = \text{constante}, \text{ se } \vec{F} = 0$$

O agente responsável pela transformação dos movimentos dos corpos é nomeado de força ( $F$ ), um vetor de unidade  $kg.m/s^2$  (previsto no **S.I.**) batizado, posteriormente, como N (Unidade Newton).

A inércia é uma propriedade da matéria. Todo corpo que possui massa, conseqüentemente possui inércia. Ilustremos a Lei da Inércia com o exemplo de um foguete sendo lançado na atmosfera.

O lançamento de um foguete, por exemplo, está sujeito a quatro forças: peso(que será variável ao longo do percurso, pois perderá massa); empuxo; forças aerodinâmicas; sustentação e arrasto. O peso equivale ao somatório de massa de todas as partes do foguete. A força de pulso tende a sempre se dirigir para o centro da terra através do centro gravitacional. A dimensão do impulso está diretamente relacionada com a vazão máxima através do motor e da velocidade e pressão. A força atua ao longo do eixo do foguete, no centro de gravidade. Se a força resultante é nula, a velocidade do corpo é constante ou nula (CREF-UFRGS,2021).

Figura 4 - Forças que agem em um foguetes.



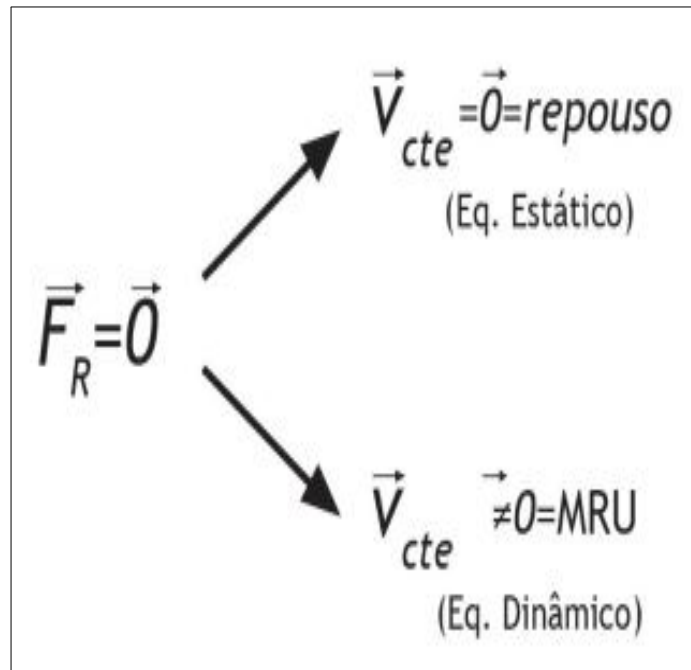
Fonte: <https://www.ufrgs.br/amlef/2021/09/16/>

Quando um foguete está em voo, a direção das quatro forças muda constantemente. O movimento resultante do foguete é descrito pelas leis do movimento de Newton. No entanto se esse foguete (nave) estiver no espaço sideral poderá desligar os motores.

Uma nave espacial, por exemplo, se move no espaço interplanetário não encontra atrito; por isso não tem necessidade de motor e, pelo princípio da inércia continua a mover-se em linha reta com a velocidade com a qual foi lançada inicialmente (BONJORNIO, 2001, p.90).

Se nenhuma força agir sobre o corpo em repouso, conseqüentemente, poderá se identificar um referencial no corpo onde não haja aceleração. De modo implícito, na primeira Lei de Newton existe a condição de equilíbrio, que matematicamente pode ser representada por:

Figura 5- Condição de equilíbrio.



Fonte: <https://educapes.capes.gov.br>.

Força, portanto, é qualquer agente da vizinhança sobre a capaz de mudar o estado de repouso de um corpo. Assim, uma formulação alternativa para a primeira lei de Newton poderia ser: “Se nenhuma força age sobre um corpo sempre se poderá encontrar um referencial no qual este corpo não possua aceleração.” (CORRADI, 2010, p.181)

O que a primeira lei nos diz também é que se não há outros corpos próximos à partícula (isto é, não há forças atuando sobre ela) é possível encontrar uma família de sistemas de referência nos quais a partícula não está acelerada. Esses referenciais são denominados referenciais inerciais. Em geral, a aceleração de uma partícula depende do referencial no qual ela é medida, por isso, é comum dizer que a primeira lei serve para introduzir e definir os sistemas de referência. Qualquer sistema de referência que se desloque com velocidade constante em relação a um sistema de coordenadas inercial também é um sistema de coordenadas inercial (CORRADI, 2010, p.181).

Qualquer referencial imaginável só poderá ser inercial ou não inercial. Não existe uma terceira opção. Dessa forma, define-se que há duas categorias que se excluem mutuamente: a categoria dos referenciais não inerciais e a dos referenciais inerciais. Dessa forma, se uma categoria se define como inercial automaticamente, a outra categoria se define por exclusão.

## 4.2 Princípio Fundamental da Dinâmica

Na segunda lei (Definição II) do Principia: "A quantidade de movimento é a medida do mesmo, obtida conjuntamente a partir da velocidade e da quantidade de matéria"(NEWTON, 2018, p.40) ou melhor: Tomando como base a equação do momento de um corpo ( $\rho$ )é o produto da massa( $m$ ) pela sua velocidade( $v$ ). Equacionando temos:

$$\vec{\rho} = m \cdot \vec{v} = \text{constante}, \text{ se } \vec{F} = 0$$

$$\vec{F} = m \times \vec{a} = m \times \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\vec{\rho}}{dt}$$

Sendo assim, a Lei do princípio fundamental da dinâmica estabelece então que a força resultante atuante sobre um corpo é produto da massa pela aceleração, tendo a seguinte formulação simples:

$$\vec{F} = m \times \vec{a}$$

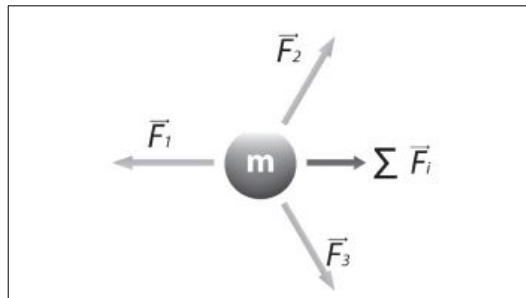
O "F" indica força, o "a" indica aceleração, ambos são grandezas vetoriais, compostas por sentido e direção, enquanto o "m" indica a massa que é uma grandeza escalar.

O cerne da segunda Lei de Newton é a afirmação de que toda partícula possui propriedade intrínseca denominada de massa, sendo definida através do cociente do módulo da força resultante atuante sobre ela através da aceleração. A aceleração da partícula possui mesma direção e sentido que a resultante das forças atuantes sobre ela, possui módulo tanto maior quanto menor for a sua massa. Nesse sentido, a massa é uma medida da inércia, sendo a equação matemática utilizada para cálculo:

$$m = \sum \frac{F}{a}$$

A força é uma grandeza vetorial e, portanto, possui um módulo e uma orientação. Isso significa que, quando duas ou mais forças atuam sobre um corpo, podemos calcular a força total, ou força resultante (RESNICK; HALLIDAY, 2016).

Figura 6 -Segunda lei de Newton.



Fonte: <https://educapes.capes.gov.br>.

Para se determinar a direção e o sentido de um vetor resultante é necessário que se utilize o método geométrico do paralelogramo que é realizado sempre de duas em duas até o resultado final.

Importante ressaltar que, apenas vetores do mesmo tipo podem ser somados. Assim, por exemplo, podemos somar dois deslocamentos ou duas velocidades, mas não faz sentido somar um deslocamento e uma velocidade (RESNICK; HALLIDAY, 2016).

Uma variação na velocidade de uma partícula, realizada na unidade de tempo é chamada de aceleração. Assim, o efeito de uma força desequilibrada sobre uma partícula resulta em aceleração. Quanto maior a força aplicada, maior a aceleração.

A segunda lei de Newton também condiciona a aceleração com a massa de um corpo ao afirmar que uma força constante acelera mais um objeto com menos massa do que um com maior massa. Portanto; a força que provoca a interação das partículas, mudando seu estado natural, é igual ao produto de sua massa pela aceleração.

Basicamente, o que produz mudanças na velocidade são forças que agem sobre a partícula. Como a variação de velocidade indica a existência de aceleração, é de se esperar que haja uma relação entre a força e a aceleração. De fato, Sir Isaac Newton percebeu que existe uma relação muito simples entre força e aceleração, isto é, a força é sempre diretamente proporcional à aceleração que ela provoca (SALES, 2011, p.55).

Da mesma maneira que na primeira lei de Newton, a segunda lei só se valida em referenciais de partículas inerciais. A aceleração na partícula acontece, quando uma força externa atua sobre ela. Nesse sentido, a força resultante é igual ao produto da massa pelo vetor aceleração do corpo, o vetor aceleração terá o mesmo sentido da força resultante e a mesma direção.

Resnick e Halliday (1983) enfatiza que uma das aplicações mais interessantes e simples que podemos constatar da segunda lei de Newton é a Força peso (P) que atua sobre os corpos quando estão nas proximidades do nosso planeta devido sua atração que escrevemos:

$$\vec{P} = m \times \vec{g}$$

Onde **m** é a massa do corpo, medida em uma balança e **g** é a aceleração da gravidade adquirida graças a força da gravidade do planeta.

É importante não confundir a massa de um corpo, que caracteriza a inércia, com o peso, que é um efeito da força de atração gravitacional da Terra ou qualquer outro corpo que tenha massa grande o suficiente.

Na Terra é difícil lançar uma grande pedra horizontalmente por causa de sua massa (inércia) e é difícil levá-la porque seu peso é grande. Na Lua, onde a aceleração da gravidade é menor, a dificuldade do lançamento horizontal seria a mesma da Terra, pois a massa da pedra não mudou, mas levá-la seria bem mais fácil, pois seu peso seria menor (CORRADI, 2010 p.193).

A massa de uma partícula recebe o nome de massa inercial, ela está associada à porção de matéria existente em um corpo. Quanto maior é a massa de um corpo, menor será a sua variante em relação a velocidade.

Figura 7- Unidades das Grandezas da Segunda Lei de Newton.

Sistema	Força	Massa
SI	newton (N)	quilograma (kg)
CGS <sup>a</sup>	dina	grama (g)
Inglês <sup>b</sup>	libra (lb)	slug

Fonte: Resnick; Halliday, 2016.

Ao observarmos a segunda Lei de Newton, saberemos que as forças são essenciais tanto para movimentarmos um objeto quanto para colocá-lo em estado de repouso e que podemos fazer previsões sobre posição, velocidade e movimento.



### 4.3 Lei da Ação e Reação

De acordo com a história popularmente conhecida foi ao observar uma maçã cair em seu pomar, em algum momento em 1665 ou 1666, Newton concebeu que havia uma só força que governava os movimentos da lua e da maçã. Newton investigou a força necessária para manter a Lua em sua órbita em comparação com a força que puxa um objeto para o solo; investigou ainda a força centrípeta suficiente para estacionar uma pedra na funda e a interação entre a extensão de um pêndulo e o período de tempo de seu movimento.

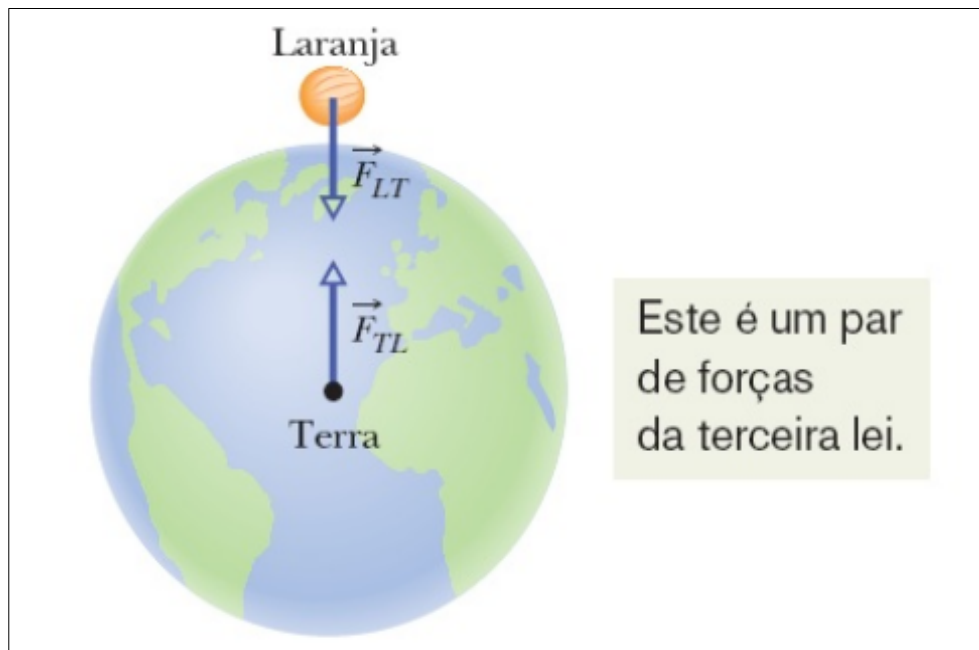
Westfall (1995) relata em a vida de Isaac Newton, que as disputas e correspondência com Hooke (1679–1680) motivou Newton a calcular a trajetória de um corpo exposto a uma força central que varia de acordo com o quadrado inverso da distância; ele concluiu que era uma elipse, fazendo o resultado chegar ao conhecimento de Edmond Halley em Agosto de 1684. Halley ficou impressionado com os estudos de Newton incentivando-o a publicar um breve tratado sobre mecânica e a escrever os Princípios.

No Livro Princípios, 2018, Newton ressalta a gravitação como força vital para controlar os movimentos dos corpos celestes. A causa da gravitação, contudo, não foi definida, mas cogitada como tendo sido originada pelos impactos de partículas invisíveis. Newton inaugura a teoria dos fluídos e, tendo, como ponto de partida a densidade do ar, discorre sobre a velocidade das ondas sonoras e a lei da gravitação em ação no universo.

Para toda força – AÇÃO – que surgir num corpo como resultado da interação com um segundo corpo, deve surgir nesse segundo uma outra força, chamada de REAÇÃO, cuja intensidade e direção são as mesmas da primeira, mas cujo sentido é o oposto da primeira (SALES Apud NEWTON, 2010, p.57).

Um importante legado de Isaac Newton foi a teoria do movimento dos corpos que mostrou ser possível prever o movimento de asteroides e o aparecimento das marés, tornando-se um referencial na Física por formular equações matemáticas para a explicação de fenômenos naturais.

Figura 8 - Terceira Lei de Newton.



Fonte: Resnick; Halliday, 2016.

No cotidiano, a expressão reação tem o significado de uma ação que vem depois de outra ação, sendo uma resposta a ela. Contudo, o termo “reação” no contexto de Isaac Newton, transmite uma ação que ocorre de forma simultânea a outra ação, no mesmo tempo e não depois dela. Ou seja, as forças existem em pares por meio da interação entre os corpos.

Se uma das duas forças envolvidas na interação entre dois corpos for denominada “ação”, a outra será chamada “reação”. Qualquer delas pode ser considerada “ação” e a outra “reação”. Não há relação de causa e efeito; verifica-se, apenas, uma interação simultânea mútua (RESNICK; HALLIDAY, 1983, p. 83).

A terceira lei de Newton representa certa constância na natureza: as forças acontecem em pares, e um corpo não exerce força sobre outro sem experimentar uma força em si. Popularmente chamamos essa lei de ação-reação, onde a força exercida é a ação e a força experimentada é a reação. Podemos ver imediatamente a terceira lei de Newton em ação observando como as pessoas se movem.

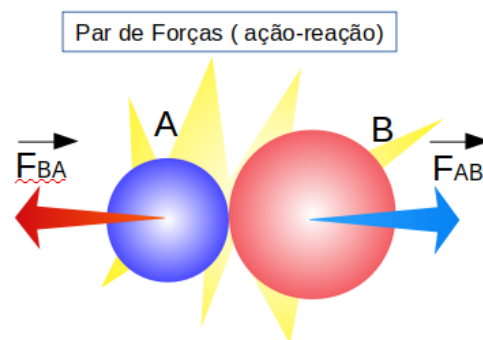
Figura 9 - Exemplo da Terceira Lei de Newton.



Fonte: <https://www.todamateria.com.br>.

Os foguetes se movimentam jorrando gás para trás em grande velocidade. Significa que o foguete exerce uma grande força para trás no gás na câmara de combustão e o gás então exerce uma grande força de reação para frente no foguete. Essa força de reação é chamada de empuxo. Um equívoco comum é que os foguetes são impulsionados empurrando o solo ou o ar atrás deles. Os foguetes funcionam melhor no vácuo, onde podem jorrar os gases de escape mais imediatamente (CREF-UFRGS, 2021).

Figura 10 - 3ª Lei de Newton .



Fonte: de Autoria própria.

Em um par de ação-reação, não existe uma especificação sobre qual das duas forças se chama ação e qual se chama reação: na terceira Lei de Newton, não há relação de causalidade, de causa e efeito, ambas as forças formam um par de ação reação, exercidas sobre corpos distintos, sendo resultado de interação entre eles.

Em diversas situações cotidianas presenciamos a aplicação da terceira Lei de Newton ou Lei da ação e reação. A interação entre duas forças, ação e reação, em qualquer circunstância tem a mesma direção, sentido contrários e possui igual valor e magnitude. Por exemplo, quando andamos, devido à força de atrito entre nossos pés e o chão, empurramos o chão em uma direção (ação) e nos movemos em outro sentido (reação). A interação que pode ser vista é entre nossos pés e o chão. As forças de ação e reação nunca se cancelam porque atuam sobre corpos diferentes.

Num sentido mais amplo, uma força não é uma coisa em si mesmo, mas surge como resultado da interação entre uma coisa e outra. Se você empurra uma parede com os dedos, mais coisas estão ocorrendo além de seu empurrão. A parede também está empurrando você. De que outra forma, você poderia explicar que seus dedos fiquem dobrados? Seus dedos e a parede empurram-se mutuamente (HEWITT, 2000, p. 85).

A mecânica clássica não têm validade universal, como se esperava (por exemplo, não explica o “mundo subatômico”). Mas isso só prova mais uma vez que todo modelo ou teoria científica está sempre sujeito a aprimoramento ou refutação; que, embora a física tenha a pretensão de desvendar todo o cosmos, modelos são abstrações; são parciais e contextuais.

#### 4.4 Aspectos das Leis de Newton em Star Trek (2009)

- **Lei 1: “*Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele.*” (NEWTON, 2018, p. 53).**

A primeira Lei, denominada de Lei da Inércia, afirma que todo objeto físico se manterá em estado de repouso (velocidade igual a zero) ou em movimento uniforme em linha reta (velocidade constante) a não ser que seja “forçado” a mudar sua condição por uma força externa. Nessa Lei, não há diferença entre um objeto em repouso e outro em movimento, exceto se o fizermos comparativamente. Este é o conceito de referencial inercial: definir se um objeto está em movimento ou não só é possível a partir de um ponto de vista estável, sem aceleração.

A primeira lei de Newton não se aplica a todos os referenciais, mas em todas as situações podemos encontrar referenciais nos quais essa lei (na verdade, toda a

mecânica newtoniana) é verdadeira. Esses referenciais são chamados de referenciais inerciais (RESNICK; HALLIDAY, 1983).

Figura 11 – Primeira Lei de Newton em Star Trek Inércia dinâmica.



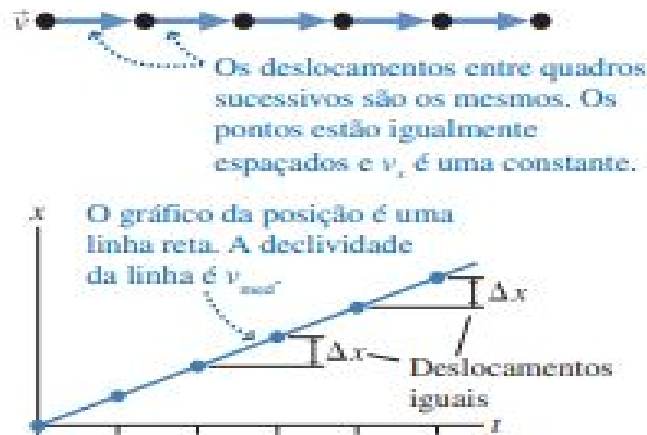
Fonte- Print de tela de exibição do filme Star Trek.

**Para a primeira Lei de Newton** temos como exemplo a sequência em que um jovem, o capitão Kirk ainda criança, dirige um veículo em uma velocidade constante de 80 quilômetros por hora (Km/h). Os 80 km correspondem a variação de sua posição durante cada hora, ou seja, seu deslocamento ( $\Delta x$ ). Similarmente, uma hora é o intervalo de tempo ( $\Delta t$ ), e não, um instante de tempo.

Em seguida faz uma curva forçada para não cair em um precipício e teoricamente, por inércia, deveria seguir em linha reta, tangente a curva, mas consegue se atirar em movimento contrário e assim escapar do precipício, o que seria hipoteticamente impossível realizar segundo as Leis de Newton.

Baseados no contexto, podemos afirmar que o movimento em linha reta no qual deslocamentos iguais correspondem a intervalos de tempo sucessivos iguais é chamado de movimento uniforme. Um objeto estará em movimento uniforme se e somente se seu gráfico de posição versus tempo é uma linha reta.

Figura 12 – Movimento uniforme.



Fonte -(KNIGHT,2009).

- **Lei 2: “A quantidade de movimento é a medida do mesmo, obtida conjuntamente a partir da velocidade e da quantidade de matéria” (NEWTON, 2018, p.40).**

A Segunda Lei de Newton estabelece que a aceleração adquirida por um corpo é diretamente proporcional à resultante das forças que atuam sobre ele. Como a aceleração representa a variação de velocidade por unidade de tempo, a 2ª Lei indica que as forças são os agentes que produzem as variações de velocidade em um corpo.

Desta forma, ao aplicarmos a mesma força em dois corpos com massas diferentes, o de maior massa sofrerá uma menor aceleração, presumimos que o de maior massa resiste mais às variações de velocidade, logo tem maior inércia. Isso significa que, à medida que a força que atua sobre um objeto aumenta, a aceleração do objeto aumenta. Da mesma forma, à medida que a massa de um objeto aumenta, a aceleração do objeto diminui (RESNICK; HALLIDAY, 1983).

Podemos também dizer que a aceleração de um objeto produzida por uma força resultante é diretamente proporcional à magnitude da força resultante, na mesma direção da força resultante e inversamente proporcional à massa do objeto.

Para a segunda Lei de Newton temos como exemplo a sequência onde três tripulantes fazem um salto em direção ao solo, cada um com a mesma aceleração do planeta (Vulcano).

Figura 13-Tripulantes da Enterprise em queda livre.



Fonte: Tela de reprodução Star Trek

Para um observador inercial a lei que se aplica na ação da cena do filme Star Trek (2009) é a de queda livre. Em uma queda livre, a única força que atua sobre o corpo é a gravidade. Corpos que estão em queda livre não encontram uma força significativa de resistência do ar; eles caem sob influência da gravidade. Sob tais condições, todos os objetos cairão com a mesma taxa de aceleração, independentemente de sua massa (ASSIS, 2013).

Uma das aplicações mais interessantes e simples que podemos constatar da segunda lei de Newton ( $\mathbf{F} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{a}$ ) é a Força peso ( $\mathbf{P}$ ) que atua sobre os corpos quando estão nas proximidades de um planeta devido sua atração que escrevemos ( $\mathbf{P} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{g}$ ) onde  $m$  é a massa do corpo, medida em uma balança e  $g$  é a aceleração da gravidade adquirida graças a força da gravidade do planeta (RESNICK; HALLIDAY, 1983).

Concluimos que os tripulantes de Star Trek (2009), em queda livre em direção ao planeta Vulcano, estão regidos pela 2ª lei, portanto, cada um individualmente, está com a mesma aceleração ( $a=g$ ) e seus pesos a depender de suas massas.

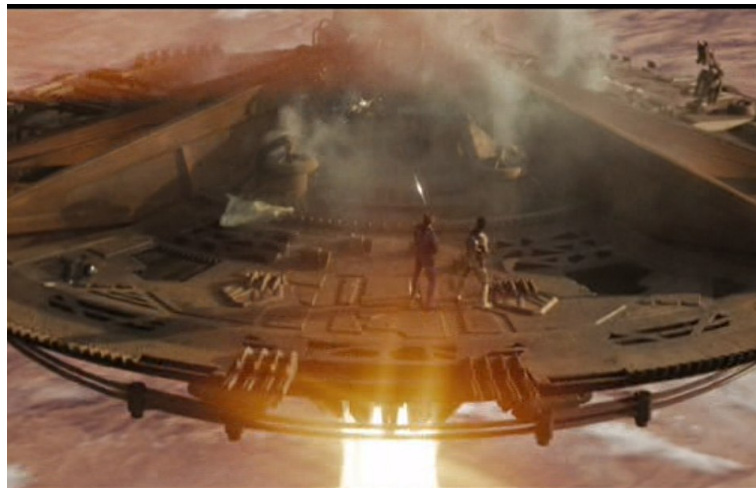
- **Lei III: A toda ação há sempre oposta uma reação igual ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas (NEWTON, 2018 , p. 54).**

Para esta Lei de Newton, caso um corpo A aplica sobre corpo B uma força  $\vec{F}_{AB}$  ocorrerá que B também aplica em A uma força  $\vec{F}_{BA}$ , e cada par de forças é chamado de ação e reação.

É usual se chamar de ação a uma força do par e de reação à outra. Esta terminologia é infeliz, pois soa como se uma força "reagisse" à outra, o que não é o caso. As duas forças ocorrem simultaneamente. Qualquer uma delas pode ser chamada ação e então a outra será a reação (TIPLER, MOSCA 2014,p 109).

Para a terceira Lei de Newton temos como exemplo a sequência onde os personagens tentam sabotar uma perfuratriz na superfície do planeta, ao atirarem com suas armas estarão vivenciando esta lei pois vão surgir, simultaneamente, o par de forças opostas entre a arma e os projéteis (balas).

Figura 14 – Terceira Lei de Newton em Star Trek ação e reação.



Fonte: Tela de reprodução Star Trek.

De forma análoga, quando os projéteis enviados contra a estrutura são devolvidos ocorrerá no mesmo instante o surgimento da força de mesma direção e sentido, como também está ocorrendo entre a plataforma e seus pés.

A seguir, discorreremos sobre a caracterização da pesquisa, utilizando este filme, para tornar a primeira, segunda e terceira Leis de Newton significativas aos alunos.



## 5 METODOLOGIA

### 5.1 Participantes da pesquisa e local de aplicação

Esse trabalho foi aplicado na Escola Militar Tiradentes IV (CMT-IV), da rede estadual de ensino, na cidade de Caxias, estado do Maranhão, com vinte alunos da série nono ano D, de faixa etária entre doze e quatorze anos, em período de aulas remotas, devido à reestruturação do ensino, em virtude da pandemia de Covid-19, e posteriormente, com o retorno das aulas, os trabalhos prosseguiram na modalidade híbrida. Vale ressaltar que com o retorno das aulas na modalidade híbrida, dez outros alunos participaram de forma voluntária das três últimas atividades desenvolvidas no período. Contudo, fizeram parte do universo de alunos participantes efetivos, apenas os vinte alunos que estiveram no projeto desde o início. Ressaltamos ainda que o trabalho não foi pensado para ser desenvolvido em formato remoto, porém, precisou se adaptar a tal formato pela impossibilidade das aulas em modalidade presencial por certo período.

Figura 15 - CMT- IV Caxias-MA.



Fonte:Arquivo pessoal do autor.

No primeiro período do ano de 2021 a escola não iniciou o período letivo no modo presencial devido ao processo de distanciamento social, como medida sanitária pelo surgimento e agravamento da pandemia Covid19. Portanto, no primeiro semestre de 2021, com a escola funcionando cem por cento à distância, utilizamos o Google Classroom, whatsapp e Telegram para contato com alunos. Já no segundo semestre do mesmo ano, as aulas retornaram para o período presencial, funcionando em formato híbrido com turmas divididas em dois grupos de

alunos, A e B. Por uma semana o grupo A assistia às aulas presenciais, enquanto o grupo B assistia online. O modelo híbrido prejudicou um pouco o andamento dos trabalhos, porque as atividades levavam mais tempo para serem cumpridas.

O Colégio Militar Tiradentes IV unidade Caxias-MA foi criado através da Lei 10.664 de 28 de agosto de 2017, que dispõe sobre a normatização e o seu funcionamento, sendo assim parte integrante da estrutura organizacional da Diretoria de Ensino da Polícia Militar do Maranhão e mantido pela Secretaria de Estado de Educação – SEDUC e pela Secretaria da Segurança Pública, por meio da Polícia Militar do Maranhão. Está situado na Avenida 02, s/n, conj. Cohab, Bairro Nova Caxias, Caxias-MA. Conta com aproximadamente 1000 alunos distribuídos nos Ensino Fundamental e Médio, respectivamente nos turnos matutino e vespertino, a estrutura física conta com, auditório, amplo refeitório, biblioteca, sala de informática, Laboratório Multidisciplinar e sala da Banda de música, além de 16 salas de aula climatizadas.

## 5.2 Tipo de pesquisa

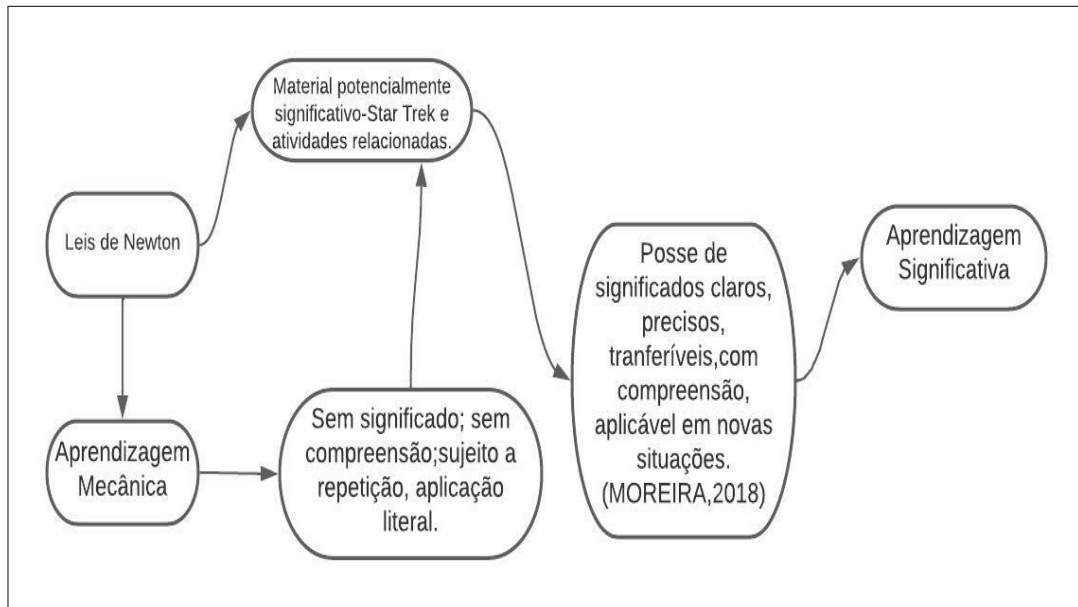
A metodologia dos trabalhos foi de natureza qualitativa, utilizando o filme Star Trek (2009) como material potencializador de significado para o aprendizado das Leis de Newton em um contexto de aprendizagem significativa.

A pesquisa compreendeu etapa questionaria e de campo, almejando verificar a compreensão dos conceitos relacionados às Leis de Newton, foi caracterizada, em sua essência, como aplicada, pois teve como objetivo “[...] gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos” (SILVA; MENEZES, 2005, p. 20), também exploratória e descritiva com finalidade de “desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias” (GIL, 2008, p. 27) Nesse sentido, identificou-se as relações entre o cinema, como instrumento potencial para o processo de ensino e aprendizagem da Física. Era esperado desenvolvermos um produto educacional capaz de atender a necessidade de um conteúdo potencialmente significativo, a prática qualitativa se mostrou ideal para atingir os objetivos propostos.

O caráter qualitativo da pesquisa deve-se ao fato de haver relação de subjetividade entre o mundo físico e o sujeito da pesquisa, no caso, os alunos. É uma relação de aspectos que não podem ser aferidos através de números uma vez

que a aprendizagem significativa implica em um processo formativo, progressivo, não baseado em respostas certas ou erradas, mas em um itinerário de captação de significados, compreensão de conceitos, capacidade de transferência a situações não conhecidas na rotina do aluno, (MOREIRA, 2012).

Figura 16 – Mapa Mental -Material potencial.



Fonte: de autoria própria - aplicativo Lucidspark.

O aspecto qualitativo da pesquisa visa contrapor a tendência de se valorizar a memorização, repetição de conceitos, sem aplicabilidade, mas de satisfação de escala de pontuação escolar satisfatória que acaba por limitar a abstração de significados. Consideramos o sujeito da pesquisa como alguém que tem capacidade de transformar o aprendizado conceitual em experiência de vida, em algo significativo, de fato.

A avaliação da aprendizagem significativa implica outro enfoque, porque o que se deve avaliar é a compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não conhecidas, não rotineiras que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido (MOREIRA, 2012. p. 52).

As evidências de aprendizagem significativa foram almejadas e verificadas durante todo o itinerário dessa pesquisa, nas progressões, durante as tentativas de acertos, bem como na avaliação nacional de Física com a conquista de medalhas por participantes dessa pesquisa. Nos diálogos, na capacidade de resolver situações

problemas, na elaboração de jogos e aplicação de conceitos das Leis de Newton em situações novas na terra e no universo.

### 5.3 Instrumentos de coleta e levantamento dos dados

Para realização dos trabalhos foram utilizadas as seguintes mídias: Telegram, WhatsApp e Google Classroom. Os três ambientes virtuais foram nomeados de “Viajando no Universo Paralelo da Física: Sequência Didática das Leis de Newton”.

De início foi feita a aplicação de um pré-teste (on-line, Apêndice A) para verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as Leis de Newton. Os dados foram coletados por meio de pesquisa com questões abertas e fechadas, dispostas em formulários, através do Google Classroom, com análise de tabelas e gráficos. Também por meio de trabalhos em grupo, de pesquisa bibliográfica, jogos, elaboração de trabalhos manuais, testes como a Olimpíada de Ciências e Astronomia e observação.

A observação é uma das técnicas de coleta de dados imprescindível em toda pesquisa científica. Observar significa aplicar atentamente os sentidos a um objeto para dele adquirir um conhecimento claro e preciso. Da observação do cotidiano formulam-se problemas que merecem estudo. A observação constitui-se, portanto, a base das investigações científicas. (BARROS; LEHFELD. 1990).

Sobre a observação em um trabalho de pesquisa, vale destacar que “observação possibilita um contato pessoal estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p.26). Estivemos em aproximação direta com o contexto da pesquisa, conhecendo o grupo de alunos participantes, as características ambientais e comportamentais, as progressões no processo de aprendizagem.

A etapa inicial do projeto consistiu em familiarizar os alunos com a proposta do trabalho a ser desenvolvido, o qual se resume, basicamente, no cronograma, abaixo onde foram feitas adaptações para o que chamamos de universo paralelo (ciberespaço) onde possibilitou realizarmos as etapas de aplicação da sequência didática.

Quadro 5 – Cronograma das Interações Formativas (inicialmente on-line).

Missões	Mês	Carga Horária	Ações
0º	06/2021	1h/a	Estabelecendo avatares, nomes de naves e identificações
1º	06/2021	1h/a	Aplicação do questionário semiestruturado (Apêndice A)

2º	06/2021	1h/a	Sondar conhecimentos prévios dos alunos sobre as Leis de Newton.
3º	06/2021	1h/a	Ler a biografia de Isaac Newton e reproduzir o mapa (conceitual/Mental), destacando os aspectos que mais chamou atenção. Exercitar e compreender as diferenças entre mapa conceitual (Joseph Novak) e mapa mental(Tony Buzan).
4º	06/2021	2h/a	Assistir o filme Star Trek, analisar o enredo e as cenas, anotar o que mais chamou atenção em relação com as Leis de Newton, para, posteriormente comentar em um encontro via Meet
5º	06/2021	1h/a	Realização da Missão de análise das cenas do filme Star Trek em suas relações com os conceitos das Leis de Newton
6º	06 e 08/2021	1h/a	1) Verificar o grau de aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos; 2) Esclarecer e organizar visualmente os conceitos trabalhados sobre as Leis de Newton.
7º	06/2021	1h/a	1-Verificar a compreensão das leis de Newton a partir de imagens 2- Reforçar o aprendizado das leis de Newton.
Separação entre Parte Remota – Híbrida - Regular			
8º	06 e 08/2021	1h/a	1) Relacionar a capacidade de fazer associações entre a estrutura cognitiva do aluno e o objeto de conhecimento presente no jogo, de forma que os significados pudessem ser absorvidos. 2) Relacionar o sentido de liderança e trabalho em equipe, presentes na nave Enterprise no filme Star Trek, com o sentido de liderança e trabalho em equipe na atividade e com perspectivas de que tais sentidos possam ser absorvidos para situações além do ambiente escolar.
9º	08/2021	1h/a	1-Desenvolver habilidades para o trabalho em equipe, aproximando a comunicação entre os alunos; 2- compreender conceitos e funcionamento das leis de Newton a partir da construção de naves e foguetes; estimular a criatividade.
10º	06 e 08/2021	1h/a	Pesquisa de satisfação- Verificar o nível de satisfação dos alunos para, se necessário, implementar futuros ajustes no projeto.

Fonte: de Autoria própria.

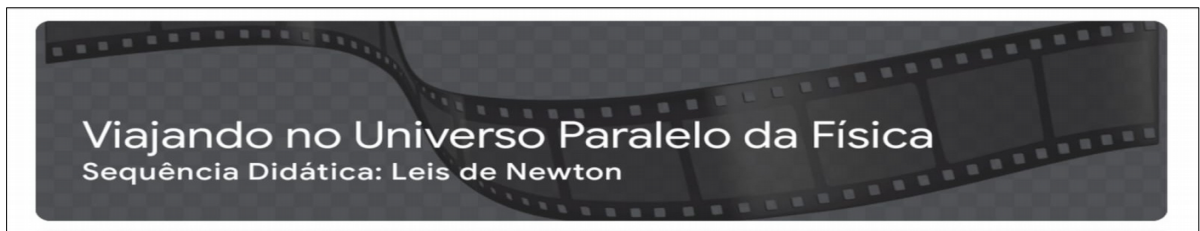
O roteiro de atividades (**Quadro 5**) foi pensado de modo a simular uma viagem interplanetária (**Universo Paralelo ciberespaço**) com os alunos “viajando até a próxima estação”.

Através de encontro virtual pela plataforma Meet, os alunos foram inteirados sobre o tempo de duração, as etapas, a didática e os objetivos almejados. Após isso, foram abertas as turmas virtuais no Grupo do Telegram, Grupo de WhatsApp e Classroom (Google sala de aula).

A escolha pelo Telegram se deu pela possibilidade de armazenar e reproduzir 60min do filme Star Trek; dessa forma os alunos tiveram acesso ao filme , podendo assistir-lhe com facilidade. O WhatsApp foi bastante útil na comunicação de modo individual e em grupo, possibilitando o diálogo com maior rapidez, e o Google Classroom (**Figura 17**) permitiu uma ampla gama de funcionalidades como: elaboração de formulários (para permitir a comunicação durante a aplicação da sequencia didática), anexação de imagens, vídeos, links, documentos e outros.

Enfim, o uso das três plataformas garantiu maior versatilidade e acesso aos trabalhos para poder aplicar a sequencia didática na forma remota e hibrida.

Figura 17 -Painel projeto no google classroom.



Fonte: de Autoria própria

Cada etapa das atividades foi pensada de modo a simular uma “viagem planetária pelo universo paralelo da Física” fazendo referência ao mundo virtual ciberespaço (**Figura 18**) onde em cada estação um novo aprendizado, novos desafios (como nos games). Assim também acontecia com a tripulação da Nave Enterprise de Star Trek (2009), a nave se movia, inclusive enfrentando inimigos que viajavam no tempo, e a tripulação sempre buscava maneiras de superar tais obstáculos.

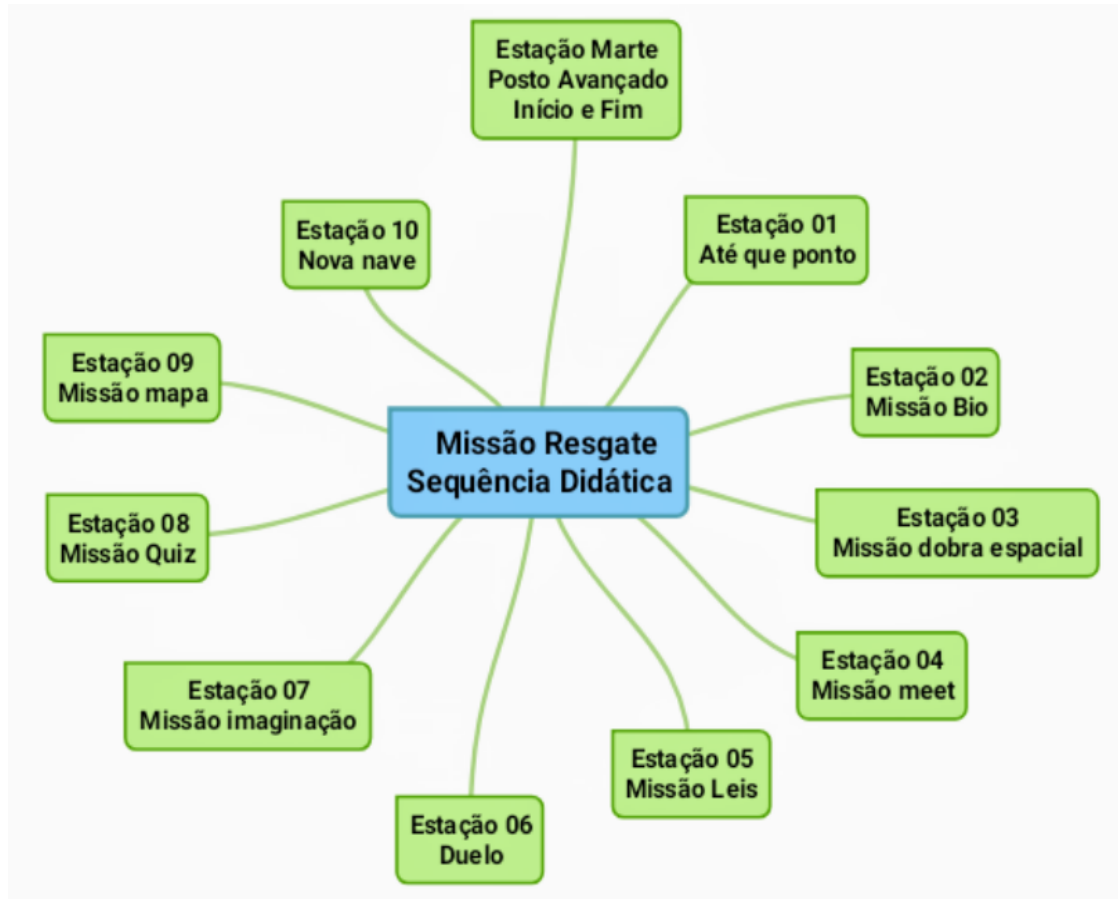
Quadro 6: Texto publicado no classroom no momento inicial (marco ZERO)

Foi criado um enredo e a partir da (SD) original onde adaptamos cada uma das etapas.
<p>-Olá! Sejam muito bem vindos ao Viajando no Universo Paralelo da Física!</p> <p>Aqui você será convidado a navegar por um universo paralelo em uma viagem de resgate, em busca de conhecer um dos maiores cientistas que a humanidade do universo principal já teve!</p> <p>Mas cuidado: este universo é controlado pelo ser que se auto denomina "A LENDA" . Cautela, pois ele estará lhe vigiando! Kkkkkkkk.</p> <p>Você deve pegar uma nave, encarnar um avatar e seguir viagem pelo ciberespaço constituído de 10 missões-estações-LINK.</p> <p>A cada missão-estação cumprida, você, comandante-viajante, receberá certa quantidade de moedas denominadas Frankais (F\$), que poderão ser trocadas por uma pontuação no universo das aulas de Ciências, do CMT-IV do Professor Franklin Moura.</p> <p>E então, estão ansiosos pela viagem? Nos encontramos no dia 15 de Junho de 2021, turno de tarde, na NAVEPORTO (ESTAÇÃO ZERO) – ou seja, na próxima postagem aqui no Classroom, quando você escolherá sua nave e seu avatar. Fique antenado!</p>

Fonte: de Autoria própria



Figura 18- Estrutura das orientações iniciais.



Fonte: de Autoria própria

O início das atividades remotas se deu com o “Marco Zero”. No Google Classroom foi disponibilizado um formulário denominado “**Formulário (Classroom) de Prontidão de Pilotos**”(Figura 19) a ser preenchido pelos alunos de modo individual. No formulário o aluno se identificou usando o nome de matrícula na escola e e-mail, um nome escolhido para ser seu nome de piloto de nave espacial (denominado avatar) e um nome escolhido para nomear sua nave espacial. O objetivo dessa fase “Marco Zero” foi encantar e simular a “largada oficial” de cada participante na viagem pelo Universo Paralelo da Física, foi fazer com que cada participante, usando a imaginação, criasse uma ambientação de viagem espacial, tal qual a que acontece no filme Star Trek.

Figura 19- Prontidão, Estação 03 e Outras Missões.



Fonte: de Autoria própria

Após o “Marco Zero”, a etapa seguinte consistiu em uma pesquisa em forma de questionário (Apêndice A), disponibilizada para os alunos através do Google Formulário. Os alunos acessaram a sala virtual do projeto no Google Classroom e de modo objetivo e subjetivo responderam ao formulário denominado “**Missão Estação 01-Até que ponto-Concepções**” (Apêndice A). O objetivo da pesquisa foi sondar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as Leis de Newton — foram formuladas questões (Apêndice A) envolvendo conceitos básicos do assunto.

A etapa seguinte da “Viagem Espacial” foi denominada de **Estação 02-LINK-Missão BIO**. Na atividade disponibilizada no Google Classroom (Apêndice B), os alunos tiveram acesso a um link para a página de um site: [www.todamateria.com.br](http://www.todamateria.com.br), contendo matéria biográfica sobre Isaac Newton. A missão dos alunos foi ler a biografia, destacando os aspectos cobrados na atividade em Google-formulário.

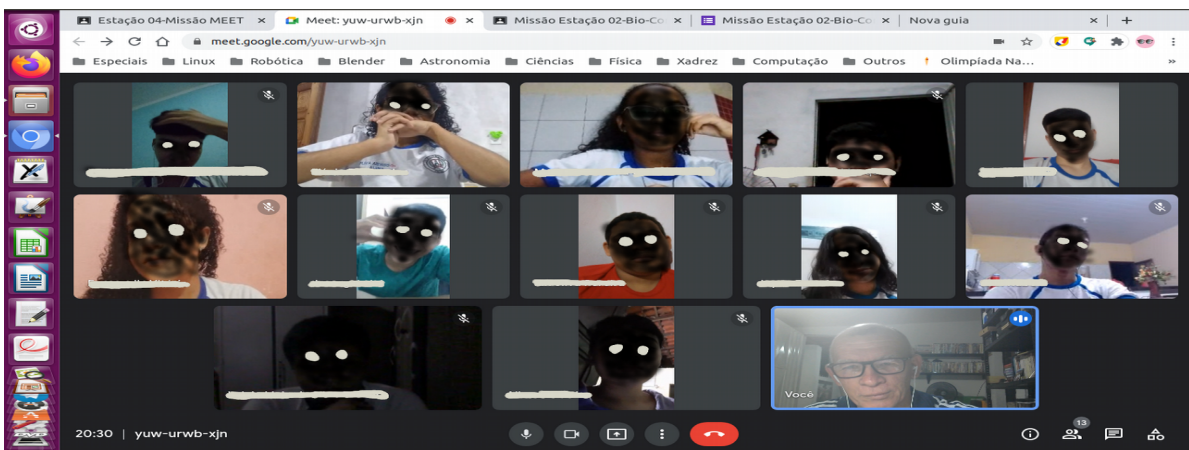
Como a aplicação inicial ocorreu em fim de bimestre (junho 2021) na escola, coincidindo com avaliações bimestrais, estabeleceu-se uma forma de bonificar para motivar os participantes, foi criado, então, um sistema de recompensas chamado de “Frankais” (inspirado no nome do Professor Franklin). Um “Frankal” correspondeu a



um ponto. Para cada atividade realizada, o aluno recebeu alguns Frankais; moeda espacial imaginária que permitiu que se pontuassem as realizações dos alunos, para passarem para um nível seguinte da viagem. Os Frankais começaram a ser usados na **Estação 02-LINK-Missão BIO** e continuaram até a última fase das atividades. A próxima etapa a ser desenvolvida foi chamada de **“Missão Estação 03 - Missão dobra espacial”**. No Classroom foram disponibilizadas as orientações (**Figura 19**) para os alunos acessarem o Telegram e assistirem ao filme Star Trek. Vale ressaltar que o filme foi disponibilizado para os alunos através do grupo no Telegram (somente 60min) bem antes dessa etapa, para uma melhor familiarização e observação, além de indicado para assistirem completo em streaming disponível no Netflix ou no Prime Vídeo. Os alunos foram orientados a analisar o enredo e as cenas, anotando o que mais lhes chamasse atenção e que tivesse relação com as Leis de Newton, para, posteriormente comentarem em um encontro via Meet. Sugerimos que eles escolhessem duas cenas em destaque para posterior debate.

**Estação 04 - Missão Meet (Figura 20)**. Doze alunos estiveram presentes na Estação 04, na plataforma Google Meet, para realização da Missão de análise das cenas do filme Star Trek em suas relações com os conceitos das Leis de Newton. Onde, inicialmente o professor apresentou cenas para análise onde questionava, misturando situações das leis e assim instigar a turma a pensar e discutir a luz das teorias estudadas anteriormente em outras “missões”. Mediou, então, comentários sobre cenas do filme, selecionadas previamente (**Figura 21**), deixando para responder ao final do encontro o tipo de lei newtoniana que se aplicava a cada cena.

Figura 20 -Aula via Google Meet com alunos participantes da SD.



Posteriormente cada aluno teve oportunidade de comentar as cenas que mais chamaram atenção, o porque de terem escolhido tal cena, e em que aspecto as cenas se relacionavam com alguma Lei de Newton.

Além do encontro através da Plataforma Google Meet, outras cenas do filme foram dispostas e analisadas em formulário no Google Sala de Aula e Telegram.

Problematização:

- . Qual Lei de Newton poderia explicar as cenas a seguir?
- . Seria essas cenas possível na realidade ou apenas na ficção?
- . Ao observar as cenas e relacionar com a Lei de Newton correspondente, justificando.

Figura 21- Cenas tomadas como exemplos chaves das Leis de Newton.



Fonte: Print de cenas do DVD original pertencente ao autor.

A Primeira Lei de Newton afirma que “um objeto permanecerá em repouso ou em movimento uniforme em linha reta a menos que tenha seu estado alterado pela ação de uma força externa.” Também chamada de Lei da Inércia ou Princípio da Inércia, ela foi concebida por Isaac Newton, que se baseou nas ideias de Galileu sobre a inércia para formular a 1ª Lei.

Inércia é a resistência oferecida por um corpo à alteração de seu estado de repouso ou movimento. Quanto maior a massa do objeto, maior a inércia; ou seja, maior a resistência que este corpo oferece à alteração do seu estado. Assim, a tendência de um corpo que se encontra em repouso é continuar em repouso, a menos que alguma força passe a atuar sobre ele.

Da mesma forma, quando a resultante das forças que atuam sobre um corpo em movimento é nula, ele continuará a se mover. Nesse caso, o corpo terá um movimento retilíneo uniforme (MRU), ou seja, o seu movimento será em linha reta e sempre com a mesma velocidade

A Segunda Lei de Newton estabelece que a aceleração adquirida por um corpo é diretamente proporcional à resultante das forças que atuam sobre ele. Como a aceleração representa a variação de velocidade por unidade de tempo, a 2ª Lei indica que as forças são os agentes que produzem as variações de velocidade em um corpo.

Desta forma, se aplicarmos a mesma força em dois corpos com massas diferentes, o de maior massa sofrerá uma menor aceleração. Daí concluímos que o de maior massa resiste mais às variações de velocidade, logo tem maior inércia.

A Terceira Lei de Newton, também chamada de Ação e Reação, relaciona as forças de interação entre dois corpos. Quando um objeto A exerce uma força sobre um outro objeto B, este outro objeto B vai exercer uma força de mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário sobre o objeto A. Como as forças são aplicadas sobre corpos diferentes, elas não se equilibram.

Exemplos:

- Ao disparar um tiro, um atirador é impulsionado no sentido contrário da bala por uma força de reação ao disparo.
- Na colisão entre um carro e um caminhão, ambos recebem a ação de forças de mesma intensidade e sentido contrário. Contudo, verificamos que a ação dessas forças na deformação dos veículos é diferente.
- Normalmente o carro fica muito mais “amassado” que o caminhão. Este fato ocorre pela diferença de estrutura dos veículos e não pela diferença na intensidade dessas forças.
- A Terra exerce uma força de atração sobre todos os corpos próximos à sua superfície. Pela 3ª Lei de Newton, os corpos também exercem uma força de atração sobre a Terra. Entretanto, pela diferença de massa, verificamos que o deslocamento sofrido pelos corpos é bem mais considerável do que o sofrido pela Terra.
- As naves espaciais utilizam o princípio da ação e reação para se movimentarem. Ao ejetar gases em combustão, são impulsionadas em sentido contrário da saída desses gases.

A próxima etapa a ser trabalhada foi chamada de **Estação 5-Missão Mapa Mental (ou conceitual)** e funcionou da seguinte forma: por meio do Google Classroom foram disponibilizados dois vídeos com orientações sobre formas de produzir um mapa mental ou conceitual através do aplicativo Simple Mind Lite. A

ferramenta permite que as ideias e conceitos sejam ilustradas, recebendo assim formas e contextos para melhor memorização. Além disso, também foi disponibilizado um outro vídeo com orientações sobre a produção manual de um Mapa Mental utilizando papel e caneta.

Após assistirem aos vídeos, os alunos optaram pelo modo que achassem melhor para trabalhar o conteúdo, com mapa mental ou mapa conceitual, sobre os principais conceitos vistos das Leis de Newton (**Figura 38 e 39**). O objetivo da atividade foi 1) verificar o grau de aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos; 2) esclarecer e organizar visualmente os conceitos trabalhados sobre as Leis de Newton.

A etapa seguinte foi mais um meio de rever os conceitos sobre as Leis de Newton de modo a proporcionar maior e melhor compreensão. A etapa foi chamada de **Estação 6-Missão QUIZ (Figura 22 e 40)** que funcionou ainda em fase on-line. Por meio da Plataforma de Jogos online chamada Wordwall o aluno teve a oportunidade de responder um QUIZ sobre as Leis de Newton. O link para acesso à plataforma Wordwall foi disponibilizado pelo Google Classroom. A própria plataforma tem um sistema de ranking que pontua as respostas corretas, permitindo aos jogadores novas tentativas de acerto. O objetivo da atividade foi 1-verificar a compreensão das leis de Newton a partir de imagens 2- reforçar o aprendizado das leis de newton.

Figura 22-Print de Tela da plataforma de jogos educativos Wordwall.

**De acordo com a primeira lei de newton**

Primeira Lei de Newton

**A** Um corpo tende a se manter em repouso ou em movimento retilíneo uniforme quando o resultado das moldagens que atuam sobre ele é nula.

**B** Um corpo permanece em movimento apenas enquanto houver uma força atuando sobre ele.

**C** Uma partícula tende a permanecer em aceleração constante.

**D** Quando a resultante das imagens que atuam sobre um corpo é igual a zero, esse corpo somente pode estar em repouso.

Fonte:de Autoria própria

Importante ressaltar com ênfase aqui que, a etapa “**6 Missão Quiz jogos (Figura 22 e 40)**” transformou-se em “**7- Missão jogos no espaço (Figura 23 e 42)**” e aconteceu devido a uma flexibilização da pandemia, com os alunos passando a se revesarem em casa e na escola (denominado de momento híbrido), fato que nos obrigou a mudar um pouco o rumo da aplicação da sequência didática.

Após o período de aulas remotas, com as atividades do projeto de mestrado sendo desenvolvidas cem por cento de modo online na última quinzena de junho de 2021, enfim, o Governo do Estado do Maranhão liberou as escolas para iniciarem as aulas de forma híbrida. No segundo semestre de 2021, face ao retorno presencial, houve a necessidade de redirecionar os trabalhos.

No primeiro momento de aulas híbridas, foi organizada a atividade “**Estação 7- Missão jogos no espaço**” (Figura 23 e 42), um jogo de cartas baseado em Star Trek e nas Leis de Newton, funcionando da seguinte forma: cada grupo recebia o nome de uma nave, e cada componente um codinome de tripulante. Em cada par de cartas havia uma pergunta sobre determinada Lei de Newton e a resposta para tal pergunta. O conteúdo das cartas foi pesquisado no livro didático e, após duas semanas de preparação (extra sala), já que no presencial o grupo A assistia à aula numa semana e o grupo B na outra, o material ficou pronto. Inicialmente cada equipe (nave) participou do jogo entre si, depois os grupos foram interagindo uns com os outros. Os grupos foram orientados a observarem lições de liderança e trabalho em equipe no filme Star Trek para, ao final do jogo de cartas, dialogarem sobre o resultado das observações, relacionando-o ao sentido de trabalho em equipe na escola.

Os objetivos dessa etapa foram os seguintes:

- 1) Relacionar a capacidade de fazer associações entre a estrutura cognitiva do aluno e o objeto de conhecimento presente no jogo, de forma que os significados pudessem ser absorvidos.
- 2) Relacionar o sentido de liderança e trabalho em equipe presentes na nave Enterprise no filme Star Trek com o sentido de liderança e trabalho em equipe na atividade e com perspectivas de que tais sentidos possam ser absorvidos para situações além do ambiente escolar.

A atividade teve objetivo qualitativo e quantitativo, oportunizando aos alunos comentarem as questões com acertos e com erros. Por exemplo, há uma carta com o seguinte questionamento: a que se deve a força peso? Na carta resposta há: a



atração gravitacional exercida pela Terra. Suponhamos que o grupo questionado tenha acertado um par de cartas do jogo, ele terá 1 Frankal de crédito. Se não acertar determinado jogo de cartas, aquele par é devolvida para a mesa e reembaralhado, oportunizado nova oportunidade de acerto.

Ao final das perguntas e respostas do jogo de cartas, o líder de cada equipe expôs as análises de liderança aprendidas pelo grupo com o filme Star Trek.

Figura 23- Jogo de cartas .



Fonte: Arquivo pessoal do autor 2021

A atividade de culminância do projeto foi **“Estação 8-Nova Nave-Estação Final”** (Figuras 24, 25, 27, 43 e 44) que, pensada inicialmente para ocorrer on-line, também sofreu transformações, pois seria feito em casa e postada em um blog (Estação Final), o que não ocorreu devido a volta das aulas de forma híbrida.

Figura 24-Exposição em feira de ciências .



Fonte: Arquivo pessoal do autor

Figura 25-Exemplo de Naves feitas pelos alunos.



Fonte: Arquivo do autor

Trabalhou-se então de modo a abranger o estudo das três Leis de Newton em um modo que tivesse relação com a questão de viagem espacial ilustrada no filme. Dessa forma, foi organizada uma Mostra Local de **Exposição e Confecção de Naves (Figuras 24, 25, 27 e 43) e Lançamento de Foguetes em Garrafa PET (Figura 44)**. O site oficial da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA), para Mostra Brasileira de Foguetes, disponibilizou um material digitalizado e detalhado com orientações de como construir foguetes em garrafas PET, bem como uma série de vídeos demonstrativos. As maquetes de naves foram construídas utilizando material de sucata.

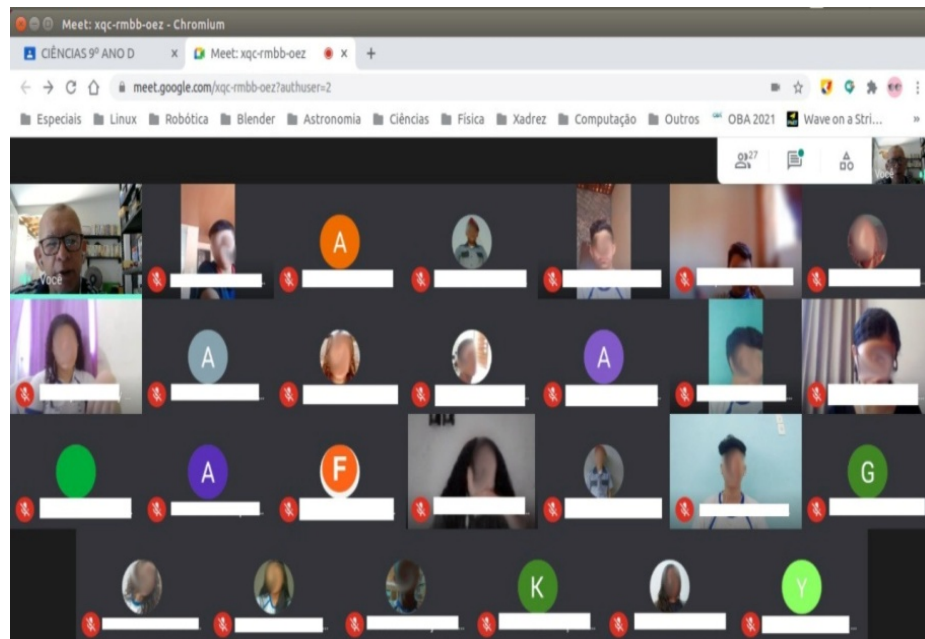
Frisamos aqui que, nossa escola todo ano realizava oficina de construção de foguetes, mas devido a pandemia ficou sem realizar esta prática e, com a transformação do sistema on-line para o híbrido nos motivou a experimentar e incluir essa prática, já que era previsto na sequência didática original.

O material de orientação para construção existente no site da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica para a Mostra de Foguetes foi disponibilizado para os alunos da Escola Militar Tiradentes IV através do Google Classroom; da mesma forma foi aconselhado e sugerido diversos materiais (**Apêndice E**) recicláveis para construção das naves que seria necessário que cada equipe providenciasse para a próxima aula, juntamente com vídeos do YouTube postados no Google sala de aula – [para Base](#) e [para o Foguete](#). Também foi

disponibilizado material em PDF, no Google Sala de Aula, contendo especificações limítrofes sobre as naves e especificações sobre o espaço sideral entre outras informações. Após isso, foram formados grupos de trabalho que se reuniam sempre no laboratório de ciências (**Figura 27**) da escola, nos respectivos horários das aulas, conforme sugerido na SD.

Na parte teórica foi visto: diferença entre a movimentação da nave e do foguete; a relação entre o voo dos foguetes e das naves; os conceitos de ação e reação; conceito de força de atrito; e as Leis de Newton de modo geral.

Figura 26 - Encontro via Meet, alunos do 9º Ano D ,CMT-IV.



Fonte: Arquivo pessoal de autor.

Como o retorno para o formato presencial foi inicialmente híbrido, com um grupo A frequentando a escola em uma semana e o grupo B na semana seguinte, houve a necessidade de realizar encontros via Meet para explicar o funcionamento da Mostra de Naves e Foguetes.

Ao todo foram formados oito grupos de trabalhos, cada grupo com um número máximo de quatro componentes com a missão de construir um foguete ou uma nave. Cada grupo, nave e foguete, recebeu um nome de planetas, escolhido pela equipe. O trabalho com os foguetes e as naves teve a duração de duas semanas devido a situação de ensino híbrido, com os alunos bem empenhados, reunindo-se inclusive em horários extras sala para dar andamento aos trabalhos.



O objetivo dessa etapa foi:

1-Desenvolver habilidades para o trabalho em equipe, aproximando a comunicação entre os alunos;

2-Compreender conceitos e funcionamento das leis de Newton a partir da construção de naves e foguetes; estimular a criatividade. O nome da etapa “Nova Nave” contempla os anseios da Aprendizagem significativa ter sido cumprida, favorecendo aos alunos novos conceitos, novas visões de vida e trabalho, novos conhecimentos e perspectivas.

Figura 27– Construção de foguetes e naves.



Fonte: Arquivo pessoal de autor

Ao término dos trabalhos foi realizado uma pesquisa de satisfação com os alunos, via formulário Google, no Classroom (**Apêndice C**). O projeto foi desenvolvido em um período ímpar na história mundial, em pandemia, com restrições sanitárias e distanciamento social, portanto, houve percalços, ajustes e esforços no sentido de superar dificuldades. A escuta junto aos alunos teve por objetivo verificar satisfação, para, se necessário, implementar futuros ajustes.

**Missão Extra- Até que ponto concepções 2 (Apêndice D)**. Essa missão foi realizada de modo presencial, no período de aulas híbridas, em formato digitalizado, contendo 08 (oito) questões que também estavam no formulário "Concepções" "(**Apêndice A**)", realizado na fase inicial desse projeto ou seja repetimos o formulário inicial retirando apenas as quatro últimas questões para facilitar o levantamento de dados.

O objetivo da atividade foi sondar o progresso dos alunos em relação aos conceitos das Leis de Newton, após percurso de pesquisa. No formulário "Concepções 1" (**Apêndice A**), realizado totalmente de modo remoto, os alunos haviam demonstrado alto nível de dificuldade em relacionar conceitos das Leis de Newton com situações ocorridas na terra e no universo.

**Missão Estação Final (Apêndice C)**- Foi uma atividade extra pós término dos trabalhos, uma pesquisa de satisfação, a fim de verificar o nível de satisfação do percurso metodológico e do processo de aprendizado com os alunos.

Para esta etapa, utilizou-se o recurso Google Forms (Formulários do Google). Disponibilizou-se aos alunos, o link de acesso ao formulário para que pudessem fazer as devidas considerações. Dezesesseis alunos responderam ao questionário disponibilizado para eles no período de férias. Selecionamos algumas respostas, para comentar de forma breve, uma vez que não foi objetivo da atividade quantificar.

## 6 DISCUTINDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Na primeira fase dos trabalhos, que aconteceu em período remoto, os dados foram colhidos por meio de formulários realizados no Google Sala de Aula. As respostas se deram de modo objetivo e subjetivo com os resultados sendo registrados automaticamente no sistema de estatísticas dos formulários, facilitando assim a análise das respostas.

Em relação ao primeiro questionário “**Missão Estação 01-Até que ponto Concepções**” (Apêndice A), elaborado com finalidade de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as Leis de Newton, observamos que a maioria não conseguiu identificar as Leis de Newton quando dispostas em situações em que os conceitos eram implícitos.

Figura 28 - Respostas do formulário concepções: em relação a pergunta 1.

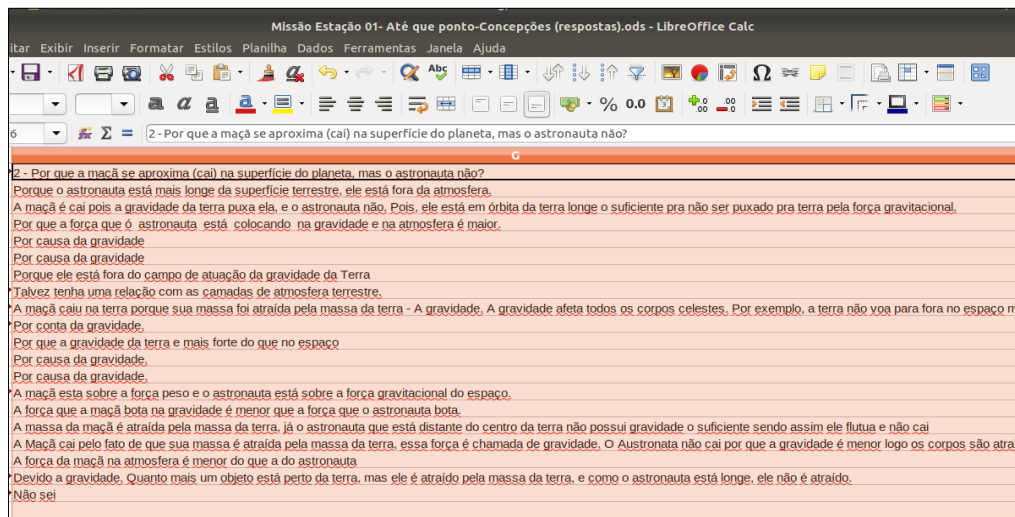
	C	D	E	F	G
1	Pontuação	Sub	Repetiu seu avatar e nave, ex	1 - No seu ponto de vista, existe semelhança entre uma maçã caindo e um astronauta em órbita?	2 - Por que a maçã
2	15 / 15 C	Capitã: Nicki/ Nave: Netun	Não		Porque o astronauta
3	15 / 15 D	Atro Wendel Nave: tells	Não		A maçã é cai pois a
4	15 / 15 D	Capitão: Darth Vader, Nave: She	Sim		Por que a força que
5	15 / 15 C	Capitã Mary da nave Brooks	Não		Por causa da gravi
6	15 / 15 B	Capitão: Eduyo e nave: Júpiter	Não		Por causa da gravi
7	15 / 15 B	Capitão Sagitário, comandante	Não		Porque ele está for
8	15 / 15 C	Nancy da nave Antares	Sim, ambos fenômenos ocorrem por serem atraídos para a Terra.		Talvez tenha uma i
9	15 / 15 B	Capitão Mota da nave Score M	Sim, Porque a gravidade – força que faz as frutas caírem – também seria responsável por manter a Lua girando em torno da Ter		A maçã caiu na ter
10	15 / 15 B	Capitã esmeralda Nave Halley	Capitã Esmeralda, nave Halley09		Por conta da gravi
11	15 / 15 C	Capitão Orion, nave scorpius	Sim		Por que a gravidad
12	15 / 15 D	Capitão Berlin, da nave start	Sim		Por causa da gravi
13	15 / 15 C	Capitão Woods da nave Apollo	Sim		Por causa da gravi
14	15 / 15 C	Capitã Menu da nave cometa	Sim, os dois estão sujeitos a gravidade.		A maçã esta sobre
15	15 / 15 D	Yami Sukehiro da nave Stars	Sim.		A força que a maçã
16	15 / 15 D	Capitã Oberon da nave Kepler	Sim		A massa da maçã
17	15 / 15 B	Capitã Zero da nave Orcus	Sim		A Maçã cai pelo fat
18	15 / 15 D	Batata: Plutão	Sim		A força da maçã n
19	15 / 15 B	Capitã mariazinha da nave cha	Não, pois a maçã cai por conta da atração devido a gravidade, já o astronauta flutua porque a força gravitacional é menor.		Devido a gravidad
20	15 / 15 B	Capitã Trigo da nave bolo	Sim, pois os dois trabalham com a gravidade. A maçã caiu na terra porque sua massa foi atraída pela massa da terra.		Pois a
21					

Fonte: acervo do autor

Três perguntas subjetivas foram realizadas no **formulário concepções 1**:

**Em relação a pergunta 1 (Figura 28):** “Do seu ponto de vista, qual a semelhança entre uma maçã caindo e um astronauta em órbita na terra?”, dos 21(vinte e um) participantes, um total de 12(doze) identificou haver relação entre a queda da maçã e o astronauta no espaço, contudo, dentre os 20(vinte ) alunos participantes, apenas 3 (três) alunos souberam explicar com mais profundidade o porquê da relação.

Figura 29 - Respostas do formulário investigativo questão 2.



Fonte- acervo do autor.

**Em relação à pergunta 2 (Figura 29):** “por que a maçã se aproxima (caí) na superfície do planeta e o astronauta não?”. De um total de (21) vinte e um alunos participantes, apenas 3(três) conseguiram explicar os fenômenos em sua relação com a Lei da gravidade. Os demais alunos citaram a lei da gravidade, mas não demonstraram compreender seu funcionamento nas situações na terra e no universo.

**Em relação a pergunta 3 (Figura 31):** “Na sua opinião por que os foguetes (e naves espaciais) não precisam de asas?”.

Figura 30- Respostas formulário google forms.

8 - Por que os foguetes (e naves espaciais) não precisam de asas?

21 respostas

Por causa dos combustíveis que impurram ele para fora da terra
Porque tem motores
Gravidade 0, no espaço não precisa de asas pois, o objeto que seguiu no espaço vai reto, a única forma de mudar sua trajetória é um impacto com outro objeto.
não tem asas porque dificulta a aerodinâmica do foguete
O foguete não tem asa já que não depende da atmosfera pois o propelente não necessita de oxigênio atmosférico para produzir uma rápida reação química, com produção de grande quantidade de gás, que projeta o gás em um sentido enquanto o restante do foguete é propulsionado em sentido oposto.
Funciona baseado na Lei de Newton, que é a lei da ação e reação. Ele basicamente sobe com a queima dos gases, assim causando força para o motor.
Os motores do foguete(e das naves)age dando impulso a eles

Fonte- acervo do autor.

Algumas respostas foram copiadas da internet, eis uma problemática do modelo de aulas remotas, mesmo as respostas estando corretas, não há certeza de aprendizado significativo pela evidencia de argumentos copiados de terceiros. Contudo, o fato de algumas respostas terem sido copiadas, indica dificuldade no aprendizado, na compreensão e aplicação dos conceitos sobre as Leis de Newton.

Em relação as questões objetivas, seguiram um padrão médio de 25% (vinte e cinco por cento) de análises corretas, segundo gráficos a seguir, demonstrativos parciais, do total de questões.

Figura 31-Estatística em pizza de resultado questionário.



Fonte-acervo do autor.

Figura 32- Resultado estatístico em pizza.



Fonte-acervo do autor.



Na atividade “**Estação 02 - LINK - Missão BIO**” (Figura 33), os alunos se saíram muito bem em relação ao questionário biográfico sobre vida e obra Isaac Newton.

Na S.D. original era solicitado que eles anotassem no caderno os conceitos encontrados em um texto biográfico (o mesmo adotado on-line) a ser lido em sala de aula juntamente com o professor e fazer pesquisa na internet, como lição de casa, registrando elementos, fatos ou conceitos considerados interessantes e/ou dúvidas.

Aqui foi feito uma adaptação ao projeto onde eles foram direcionados a um endereço “no Universo Paralelo” site <https://www.todamateria.com.br/isaac-newton/>; onde tem o mesmo texto e em seguida registrar no formulário de perguntas sobre o texto.

Figura 33- Tabulação de respostas no Google sala de aula - missão BIO.

	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	1 - Cite quatro áreas	2 - Que tipo de cálculo	3 - Escreva o nome de	4 - O que fala o princípio	5 - O que fala o princípio	6 - O que fala o princípio	7 - Newton postulou uma	8 - Newton leu (estudou) muitos	9 - No texto há quatro das frases mais	10 - De a
2	Astrologia, astronomia	Cálculo diferencial e integral	Lei da inércia, lei da ação e reação	Primeira lei de Newton	Segunda lei de Newton	Terceira Lei de Newton	Lei clássica da gravitação	Galileu Galilei, René Descartes, etc.	O que sabemos é uma gota, o que	resta
3	Física, matemática, astronomia	Cálculo diferencial e integral	Primeira lei de Newton	Todo corpo tende a continuar	em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme	se a resultante das forças que atuam sobre ele é nula	Para toda força de ação há uma força de reação de mesma intensidade e direção oposta	Dois corpos se atraem com forças inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre eles	A gravidade explica os movimentos	célestes
4	Astronomia, física, química	Cálculo diferencial e integral	Lei da inércia, Lei da ação e reação	Diz que um corpo em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme continua assim se a resultante das forças que atuam sobre ele é nula	Estabelece que a aceleração é diretamente proporcional à força resultante e inversamente proporcional à massa	Para toda força de ação há uma força de reação de mesma intensidade e direção oposta	Dois corpos se atraem com forças inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre eles	Newton se dedicou ao estudo de	O que sabemos é uma gota, o que	resta
5	Astronomia, filosofia	Cálculo infinitesimal	Lei da inércia, Princípio da ação e reação	Diz que um corpo em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme continua assim se a resultante das forças que atuam sobre ele é nula	Estabelece que a aceleração é diretamente proporcional à força resultante e inversamente proporcional à massa	Para toda força de ação há uma força de reação de mesma intensidade e direção oposta	Dois corpos se atraem com forças inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre eles	Newton se dedicou ao estudo de	O que sabemos é uma gota, o que	resta
6	Alquimia, astronomia	Cálculo diferencial e integral	Princípio da inércia	Tendência dos corpos a permanecerem em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme se a resultante das forças que atuam sobre eles é nula	Toda força de ação é acompanhada por uma força de reação de mesma intensidade e direção oposta	Lei da gravitação universal	Galileu Galilei, René Descartes, etc.	Se cheguei até aqui foi porque me	restava	uma gota
7	Matemática, filosofia	Infinitesimal	Princípio da inércia	Diz que o corpo em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme continua assim se a resultante das forças que atuam sobre ele é nula	Princípio fundamental da gravitação universal	Terceira lei de Newton	Lei da gravitação universal	Galileu Galilei, René Descartes, etc.	O que sabemos é uma gota, o que	resta
8	Filosofia, Alquimia, Física	Diferencial e Integral	Inércia 2-Dinâmica	Tendem-se que os corpos tendem a permanecer em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme se a resultante das forças que atuam sobre eles é nula	Força resultante é diretamente proporcional à aceleração e inversamente proporcional à massa	Toda força de ação é acompanhada por uma força de reação de mesma intensidade e direção oposta	Dois corpos se atraem com forças inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre eles	Galileu Galilei, René Descartes, etc.	O que sabemos é uma gota, o que	resta
9	Filosofia	Cálculo diferencial e integral	Princípio da Ação e Reação	Quanto maior for a massa, maior será a força resultante necessária para produzir a mesma aceleração	Toda força de ação é acompanhada por uma força de reação de mesma intensidade e direção oposta	Dois corpos se atraem com forças inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre eles	Galileu Galilei, René Descartes, etc.	Construímos muros demais e pontes	de madeira	destruídas
10	Física, matemática, astronomia	Cálculo diferencial e integral	Princípio da ação e reação	E a tendência dos corpos a permanecerem em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme se a resultante das forças que atuam sobre eles é nula	Toda força de ação é acompanhada por uma força de reação de mesma intensidade e direção oposta	Lei da gravitação universal	Galileu Galilei, René Descartes, etc.	O que sabemos é uma gota, o que	resta	uma gota
11	Física	Cálculo diferencial e integral	Terceira lei	Princípio da inércia é a resistência dos corpos a qualquer mudança de estado de movimento	Segunda lei	Terceira lei	Relação	Newton aplicou uma lei	releu o livro Diálogo de Galileu Galilei	Construímos muros demais e pontes
12	Química, filosofia, física	Cálculo diferencial e integral	Lei da inércia, Princípio da ação e reação	Diz que um corpo em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme continua assim se a resultante das forças que atuam sobre ele é nula	Estabelece que a aceleração é diretamente proporcional à força resultante e inversamente proporcional à massa	Para toda força de ação há uma força de reação de mesma intensidade e direção oposta	Dois corpos se atraem com forças inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre eles	Galileu Galilei, René Descartes, Kepler, etc.	O que sabemos é uma gota, o que	resta
13	Astronomia, astrologia	Cálculo infinitesimal	Princípio da inércia	Diz que um corpo em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme continua assim se a resultante das forças que atuam sobre ele é nula	Estabelece que a aceleração é diretamente proporcional à força resultante e inversamente proporcional à massa	Para toda força de ação há uma força de reação de mesma intensidade e direção oposta	Dois corpos se atraem com forças inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre eles	Newton estudou a filosofia de	De	A gravidade explica os movimentos
14	matemática, física	Cálculo diferencial e integral	Princípio da inércia	Inércia é a tendência dos corpos a permanecerem em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme se a resultante das forças que atuam sobre eles é nula	Segundo estudo	Newton com a Lei da ação e reação	Lei da gravitação universal	René Descartes, estudou as leis	A gravidade explica os movimentos	célestes
15	As leis de Newton	Cálculo infinitesimal	Primeira lei de Newton	Primeira lei de Newton	Segunda lei de Newton	Terceira lei de Newton	Lei da gravitação universal	René Descartes, estudou as leis	A gravidade explica os movimentos	célestes
16	O espaço, teorias de	Lei da verdade	é que Newton	Lei da inércia, princípio	Corpo em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme se a resultante das forças que atuam sobre ele é nula	Segunda Lei de Newton	Terceira Lei de Newton	Lei da gravitação universal	John Leech	A gravidade explica os movimentos
17	Filósofo, cientista, astrônomo	Desenvolveu o cálculo	3 - lei da Ação e Reação	Diz que um corpo em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme continua assim se a resultante das forças que atuam sobre ele é nula	Estabelece que a aceleração é diretamente proporcional à força resultante e inversamente proporcional à massa	Para toda força de ação há uma força de reação de mesma intensidade e direção oposta	Dois corpos se atraem com forças inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre eles	Galileu Galilei	Se cheguei até aqui foi porque me	restava
18	Força, gravidade, velocidade	Cálculo diferencial e integral	Lei da inércia, Princípio da ação e reação	Diz que um corpo em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme continua assim se a resultante das forças que atuam sobre ele é nula	Estabelece que a aceleração é diretamente proporcional à força resultante e inversamente proporcional à massa	Para toda força de ação há uma força de reação de mesma intensidade e direção oposta	Dois corpos se atraem com forças inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre eles	Newton estudou a filosofia de	De	A gravidade explica os movimentos
19	Matemática, Física	Desenvolveu o método	3-Terceira Lei de Newton	Diz que um corpo em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme continua assim se a resultante das forças que atuam sobre ele é nula	Estabelece que a aceleração é diretamente proporcional à força resultante e inversamente proporcional à massa	Para toda força de ação há uma força de reação de mesma intensidade e direção oposta	Dois corpos se atraem com forças inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre eles	Galileu Galilei, René Descartes, etc.	A gravidade explica os movimentos	célestes
20										

Fonte: acervo do autor.

Posteriormente foi feita uma atividade de mapa conceitual e os resultados foram satisfatórios, como poderão comprovar na **Estação de nº 5 (Figuras 38 e 39)**.

Na etapa “**Missão Estação 03 - Missão dobra espacial**”, os alunos demonstraram ter assistido ao filme e selecionando um número máximo de duas cenas. Relataram dificuldades para fazer a escolha das cenas, sendo o motivo mais citado que não sabiam encontrar conexões entre as Leis de Newton e as cenas que mais lhes chamavam atenção. Como havia um questionário no Google Sala de Aula dando destaque para algumas cenas do filme, foi observado que grande parte dos

alunos utilizou pelo menos uma das cenas ali dispostas para comentar. Contudo, e apesar da escolha de cenas em comum, houve destaque para cenas diversas e certo grau de dificuldade por parte de cada aluno para explicar as conexões conceituais.

"**Estação 04 - Missão Meet**". O resultado das observações de cenas demonstrou que havia dificuldade em relacionar e identificar os conceitos das Leis de Newton nas situações dispostas. A dificuldade existiu tanto no modelo de encontro via Meet quanto nos formulários do Google Sala de Aula. Abaixo, o mapa estatístico (**Figura 35**) de análise de uma das cenas do filme Star Trek no Google Sala de Aula.

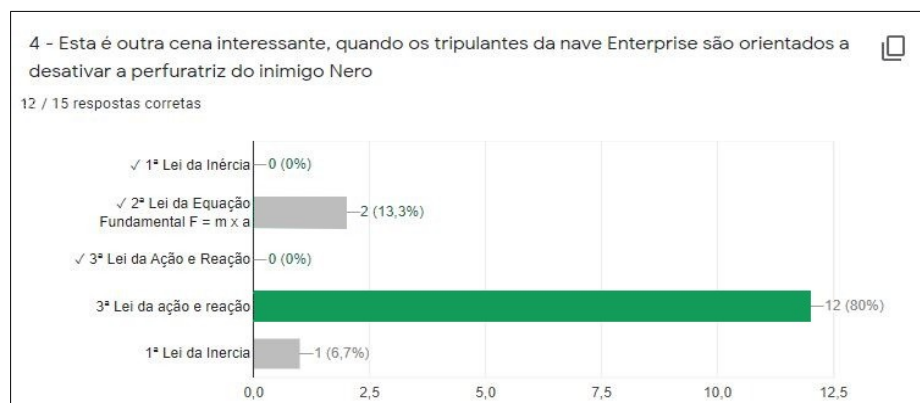
Figura 34 - Cena de tiros contra estrutura de metal (Leis de Newton).



Fonte: print de tela filme StarTrek 2009.

Problematização: Esta é outra cena interessante do filme. Os tripulantes da nave USS Enterprise são orientados a desativar a perfuratriz do inimigo Nero. Qual a principal Lei de Newton está associada a cena?

Figura 35- Respostas do formulário investigativo questão 4.



Fonte: acervo do autor.

Dos quinze alunos participantes do questionário, doze responderam de modo correto sobre a Lei de Newton atuante na cena descrita. Confirma que a maioria dos estudantes compreenderem a aplicação de conceitos na esfera da realidade diária, das situações vivenciadas: confirmando que aprender significativamente é conseguir aplicar o conhecimento em situações diferentes daquela que aprendeu (MOREIRA, 1999).

No questionamento a seguir nove dos quinze alunos participantes responderam corretamente a pergunta que pedia a observação de uma fotografia de cena do filme e sua relação com as Leis de Newton.

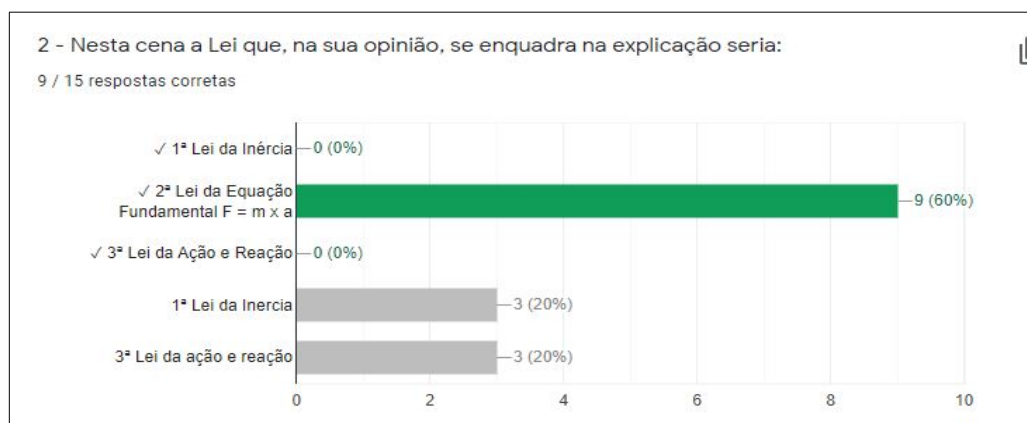
Figura 36-Cena de tripulantes em queda livre (2º. lei de Newton).



Fonte-print de tela filme Star Trek 2009

Problematização: a qual Lei de Newton se aplica esta cena?

Figura 37 - Respostas do formulário investigativo questão 2



Fonte: acervo do autor



A dificuldade de identificar as Leis de Newton, por parte de alguns, representadas nas situações indicadas demonstra que os alunos ainda apresentam carência em reconhecer, conectar, conceitos das leis de Newton na interação com outras formas de realidade como as apresentadas na atividade.

**Estação 5-Missão Mapa Conceitual ou Mental (Figura 38 e 39)** —foi um momento apropriado para reforçar e exercitar a habilidade de sintetizar os conceitos vistos. Considerei a atividade bem-sucedida em número de participantes e centralização do tema, pois todos comprovaram familiaridade e compreensão com as Leis de Newton, mesmo tendo demonstrado anteriormente dificuldades para identificá-las em situações-problema.

Por outro lado, foi muito interessante perceber a diversidade de formas com que elaboraram os mapas mentais/conceituais. Cada aluno demonstrou um modo particular de disponibilizar e organizar os conceitos.

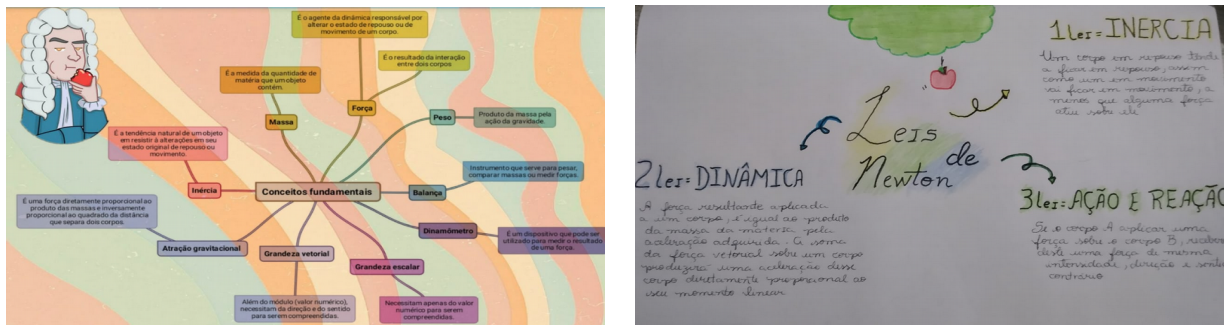
Figura 38 - Mapa conceitual aluna “A” medalha de ouro (OBA) 2021.



Fonte: acervo do autor.

**OBSERVAÇÃO:** Durante as atividades foi deixado livre para os alunos usarem ou mapa conceitual idealizado por (Joseph Novak) ou mapa mental desenvolvido por (Tony Buzan).

Figura 39 - Exemplos do nível de entendimento dos alunos.



Fonte: acervo do autor.

**Estação 6-Missão QUIZ (Figura 40)** Nessa etapa a atividade apresentou situações ilustrativas em fotografia, relacionadas às Leis de Newton. Foi mais uma Estação cuja missão teve por objetivo verificar a compreensão de conceitos em situações diversas. Foi utilizado o elemento *game* onde a cada resposta correta o aluno adquiria certa pontuação para ranking. Todos os jogadores tinham oportunidade de refazer suas respostas em determinado espaço de tempo, proporcionando-lhes assim melhores resultados.

Figura 40 - Classificação jogos educativos Wordwall.

EXIBIR respostas

1		De acordo com a primeira lei de newton	<input checked="" type="checkbox"/>
2		Quando um ônibus dá uma arrancada, o que acontece com os passageiros que estão em pé é explicado pela:	<input checked="" type="checkbox"/>
3		Qual lei explica por que bater os pés no chão faz com que as sujeiras que estejam menos grudadas caiam no chão.	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabela de classificação ✓ 10

1º	orion	10	32.3s
2º	Yami Sukehiro	10	33.8s
3º	Yami Sukehiro	10	36.1s
4º	Yami Sukehiro	10	37.2s
5º	Fabian D'luca	10	45.6s
6º	Fabian D'luca	10	47.2s
7º	João Pedro/ Capitão Batata	10	49.6s
8º	Fabian D'luca	10	50.4s
9º	Fabian D'luca	10	52.1s
10º	Nicki	10	52.9s

Fonte: acervo do autor.

**Etapa “Estação 7- Missão jogos e espaço” (Figura 23 e 42).** Foi interessante perceber o diferencial entre os trabalhos em período remoto e os trabalhos *in locus* na escola. O trabalhar em equipe presencialmente demonstrou que os alunos estavam ávidos por contato pessoal, pelo diálogo que fluía entre as equipes. Em relação ao desempenho quantitativo, os grupos tiveram excelentes rendimentos em Frankais, nossa moeda espacial. Mais uma vez demonstraram conhecer os conceitos e fórmulas sobre as Leis de Newton.

Figura 41- Líderes da clássica Star Trek-1966.



Fonte: <https://www.milanoweekend.it/articoli/la-fisica-di-star-trek>.

Em relação às lições de trabalho em equipe e liderança, o tema rendeu diálogos muito produtivos, favorecendo a afetividade dos alunos. Naquele momento, consideramos de grande valia o que estava acontecendo, uma vez que toda a comunidade escolar havia passado por um período de distanciamento físico por conta das restrições sanitárias impostas pela pandemia.

Figura 42: Alunos em disputa do jogo de cartas em sala de aula agosto 2021.



Fonte: acervo do autor.

As lições de liderança e trabalho em equipe que destacamos na fala de orientação com os alunos e nos grupos, embora não registrado, mas estimulado durante a execução dos trabalhos:

- 1) Saber ouvir pessoas que possuem perspectivas de vida diferentes. Kirk sempre buscava conselhos com duas pessoas de opiniões totalmente diferentes,

principalmente: Sr. Spock e Dr. McCoy. Trazendo essa lição para o ambiente escolar, podemos aprender a respeitar as diferenças.

2) Nunca pare de aprender. O tipo de líder que acha saber tudo muitas vezes não prioriza o aprendizado. Trazendo para o ambiente escolar, aprendemos a não se acomodar, a pesquisar, estudar, priorizar os estudos.

3) Respeite seus inimigos. Capitão Kirk combatia sabiamente os inimigos, mas não os subestimava. Trazendo para o ambiente escolar, aprendemos a não criar inimigos, a não subestimar aqueles de quem, por algum motivo, não gostamos.

**Missão Estação 8-Nova nave (Figura 43, 44)** – foi a etapa de encerramento do projeto, com construção de naves e foguetes espaciais. Inicialmente, destaco que os alunos se mostraram motivados, empolgados com os trabalhos e descobertas, trabalhando além do expediente normal das aulas. Durante a parte teórica foi problematizada a diferença entre naves e foguetes, sobre a tecnologia empregada para o funcionamento de ambos e de que forma os lançamentos dos foguetes em garrafas PET e a construção de maquetes de naves se relacionavam com os lançamentos de foguetes espaciais e naves espaciais.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2010 pg.3).

Figura 43 - Grupo criou adesivo com o nome da equipe espacial “ELLA”



Figura: acervo do autor

Ao final dos trabalhos, os alunos se mostraram aptos a responderem tais questionamentos. Também se mostraram aptos a fazerem a relação entre o funcionamento de naves e foguetes com as Leis de Newton.

Durante o desenvolvimento dos trabalhos percebemos a motivação, curiosidade e interesse constantes dos alunos na organização e construção das naves e foguetes. Observamos, além de uma melhoria no aprendizado, o



estreitamento de vínculos entre alunos e professor. É importante destacar que outras questões surgiram no decorrer dos trabalhos — por exemplo, a preservação ambiental e o avanço tecnológico —, o que contribuiu para uma aprendizagem mais ampla e de fato significativa.

Figura 44- Professor orientando alunos no lançamento dos foguetes.



Fonte: acervo do autor.

**Estação Extra- Missão concepções 2- Questionário pós teste (Apêndice D)** - no teste “Concepções 2” constava de três questões subjetivas e cinco objetivas. Participaram do pós teste, Concepções 2, trinta alunos, sendo vinte efetivos do projeto e dez voluntários que aderiram e participaram apenas do período de aulas híbridas. O questionário foi realizado presencialmente, na escola, em horário de aula.

Os alunos conseguiram identificar as Leis de Newton dispostas nas questões objetivas e subjetivas, conseguindo inclusive argumentar demonstrando clareza e compreensão dos conceitos em suas relações com situações novas na terra e no universo.

Em termos quantitativos 86% (oitenta e seis por cento) das questões evidenciaram acertos, 14% quatorze por cento das questões evidenciaram necessidade de compreensão e aplicação dos conceitos sobre as Leis de Newton.

Fazendo um comparativo qualitativo entre os resultados dos formulários “Concepções 1 e Concepções 2”, houve nível de progresso evidente.

**Missão Estação Final (Figuras 45, 46)**-Essa foi a última atividade (Apêndice C), realizada em período de férias e que permitiu aos alunos externarem suas opiniões em relação as praticas desenvolvidas. Também permitiu ao professor

um panorama do nível de satisfação durante o ciclo de vida da intervenção pedagógica. Foi de grande utilidade conhecer, mesmo que de modo resumido, o que os alunos selecionaram como sugestões e dificuldades. As respostas funcionaram como “um termômetro” de nível de satisfação útil não apenas para os alunos, mas também para o professor.

Figura 45- Pesquisa geral e de satisfação.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Carimbo de data/hora	Endereço de e-mail	Pontua	Qual	1-Qual das missões você	2-Qual das missões você	3-Na sua opinião, a man	4-Qual das leis de Newto	5-De	6-Deixe alguma sugestão para o projeto
2	01/07/2021 08:40:27	kevinfereiracx@gmail.c	6 / 6	C	missão 03 dobra espacia	missão 05 leis foi uma	bx sim	inercia	5	Infelizmente eu não tenho nada para sugerir porque a temática do projeto esta excelente
3	01/07/2021 08:41:29	kayueduardocx@gmail.c	6 / 6	B	Não teve uma missão qu	A missão 7, 2 e 3. Vou di	Sim. Concerteza.	Lei da gravitação univers	5	Poderia ter mais encontros no meet, para tirar nossas dúvidas.
4	01/07/2021 08:58:45	joapedroking06@gmail.	6 / 6	D	Missão 08, pois teve vári	Acho que nenhuma, toda	Sim, ajudou muito.	A 3 lei	5	Não tenho nada ah sugerir mas a o projeto, pois do jeito que o senhor criou estava ótimo, Muito explicativo.
5	01/07/2021 09:01:50	joelubem7@gmail.com	6 / 6	B	Seria a missão mapa por		Sim	A segunda, o principio fu	5	Acho que algumas aulas no meet poderiam ajudar mais pessoas que preferem a aula do professor e a interação.
6	01/07/2021 09:22:29	flavialemandes13288@g	6 / 6	C	A missão estação 6- Duel	Missão imaginação, uma	Sim, a todas as atividade	Gravitação universal, ma	5	No momento acredito que seria melhor uma interação com todos, o que é bem difícil com o covid-19 ;,;
7	01/07/2021 09:37:59	fabianoluca2@gmail.com	6 / 6	D	Eu gostei de todas as mi	Todas as missões.	Sim.	Da Dinâmica.	5	Está muito bom não precisa de modificar o projeto.
8	01/07/2021 09:47:19	emmanuelrodrigues2410	6 / 6	C	Todas foram ótimas,mas	A missão 6 ,pois tinha um	Sim, ajudou muito , eu co	A segunda Lei de Newton	5	Acho que seria bom ter a criação do próprio planeta assim como tem a criação da nave espacial .
9	01/07/2021 09:54:33	plmmaaguair@gmail.com	6 / 6	D	Todas eram satisfatórias	Quiz, porque foi um bom	COM CERTEZA.	A segunda.	5	Seria legal a participação e interações de mais alunos. Em questão sobre, eu achei o projeto ótimo e pude adquirir muito conh
10	01/07/2021 10:54:20	faustinojoyce074@gmail	6 / 6	B	Nenhuma, gostei de toda	Missão 07	Sim, a dinâmica que o pr	Acho q a da gravidade	5	Em minha opinião, o projeto está bem elaborado, e não precisa de sugestão.
11	01/07/2021 11:04:25	kim62732@gmail.com	6 / 6	C	Missão 7	Missão 9	Sim	2º lei	4	Física no dia a dia
12	01/07/2021 11:35:58	barbiecristina639@gmail	6 / 6	D	Missão 1, pois com men	Missão 8, porque além d	Sim	Segunda lei de Newton	5	Acontecer mais vezes e em maior escala.
13	01/07/2021 11:45:52	souzamotojagabriel@i	6 / 6	B	Nenhuma	Missão 8, o quiz	Sim	Segunda lei: Princípio da	5	Que pudesse ser levado mesmo pra sala de aula
14	01/07/2021 17:15:23	geovannamarie.762@gm	6 / 6	C	Não consigo determinar.	Missão estação 06- Duel	Parcialmente, sim. Dei	ui A 2º Lei de Newton: Prin	4	Considerar e implementar assuntos muito mais presentes no cotidiano, assim reduzindo o grande uso da teoria, resultando em
15	01/07/2021 19:04:33	mary020207cv@gmail.c	6 / 6	B	Nenhuma	A do jogo, história, a do	Sim, foi uma maneira din	Dinâmica	5	Ter mais brincadeiras
16	01/07/2021 21:41:33	lansilvaperreira1@gmail.	6 / 6	D	As das leis de newton, po	A 9ª estação,porque eu e	Sim	2º Lei de Newton	5	Foi muito bom.
17	01/07/2021 22:10:35	manialuisapineirouchoa	6 / 6	B	Eu gostei de todas, ajud	A missão do QUIZ sobre	Sim, gostei muito da disp	A 2º lei de Newton	5	Eu amei cada parte do projeto, principalmente

Fonte: acervo do autor.

### Questão 1. Qual das missões você gostou menos? Justificar. Responderam:

A01: Todas foram satisfatórias, talvez a que me deu mais trabalho foi a do filme. Porque tive que pensar um pouco sobre o que dizer a respeito das tecnológicas apresentada no filme.

A02: Eu gostei de todas, ajuda a entender melhor todas as leis e cada uma aprofundadamente

A03: Seria a missão mapa porque ela me deu um pouco mais de trabalho mas ela foi muito boa mesmo assim já que esse trabalho fui eu tentando resumir o conteúdo e por isso precisava dominá-lo completamente para poder resumir no mapa o que me ajudou na fixação do conteúdo

A04: Não consigo determinar. Mesmo com toda a complexidade dos conteúdos todas as missões foram necessárias e inimagináveis.

**Analisando:** consideramos interessante a relação feita pelos alunos entre o nível de dificuldade da atividade e a questão afetiva; “se é difícil, não gostamos!”. Seria esse um dos motivos de iniciarmos essa pesquisa relatando que os alunos “não gostavam de aprender física?”

**Questão 2. Indagados sobre a missão que mais gostaram de realizar, responderam:**

A05: Missão imaginação, uma das mais, se não, a mais desafiadora para mim, no primeiro momento que olhei para entender o que eu tinha de fazer, pensei que fosse impossível, não vinha nada a minha cabeça, o que me encorajou a pesquisar mais, assisti vários vídeos relacionados ao espaço, e agora conheço mais sobre o sistema solar, sei o que é aquela mancha em Júpiter, sei o nome de algumas estrelas, entre outras coisas, agora aprecio mais esses assuntos e assisto vídeos relacionados com mais frequência, sinceramente, não me senti satisfeita com o que entreguei, mas era o melhor que eu poderia oferecer no momento e fico feliz por não ter desistido, essa missão me ensinou a ter persistência e tentar antes de pensar em desistir.

A08: Todas, pois verdadeiramente me senti uma capitã, tendo que tomar decisões e assumir riscos necessários para a sobrevivência coletiva.

B02: A estação dos mapas, porque eu aprende muito fazer mapas conceituais.

B03: Quiz, porque foi um bom teste para mostrar o quanto já tinha aprendido em tão pouco tempo de projeto, além do jogo postado no Telegram.

**Analisando:** através das respostas percebemos que os desafios feitos com base no enredo do filme Star Trek estavam motivando os alunos a superarem as dificuldades de aprendizado. A “antipatia” pelo aprendizado estava sendo transformada em satisfação.

**Questão 3. A maneira como as atividades foram realizadas ajudou no entendimento dos conteúdos? responderam:**

A04: Sim ,ajudou muito! Consegui entender o conteúdo, foi bem desenvolvido o modo de ensino, bastante divertido e interessante.

A05: Sim, todas as atividades me forçaram a pesquisar para entender, e mesmo que eu tenha errado em alguns momentos, aprendi com isso.

B01: Sim, gostei muito da disponibilização do filme e artigos, ajudou muito na hora de estudar.

B02: Sim, a dinâmica que o professor utilizou foi muito eficaz.

**Analisando:** O papel do professor e a utilização da metodologia foram bem avaliadas.

**Questão 4. Qual das leis de Newton você teve mais dificuldade de entender? responderam:**

A11:A 3 lei

A12:A segunda Lei de Newton .

B15:A segunda, o princípio fundamental da dinâmica.

B16:Lei da gravitação universal.

**Analizando:** As dificuldades sempre vão existir em maior ou menor grau , contudo, o processo de ensino e aprendizado necessita viabilizar meios facilitadores, motivadores, a fim de superar os obstáculos do percurso.

**Questão 6. Deixe alguma sugestão para o projeto, responderam:**

A13: Seria legal a participação e interações de mais alunos. Em questão sobre, eu achei o projeto ótimo e pude adquirir muito conhecimento em física, e não tenho nenhuma reclamação. Parabéns pelo excelente projeto professor!

A14: Acontecer mais vezes e em maior escala.

A06: Acho que seria bom ter a criação do próprio planeta assim como tem a criação da nave espacial.

A08: Está muito bom não precisa modificar o projeto.

A15: No momento acredito que seria melhor uma interação com todos, o que é bem difícil com o covid-19.

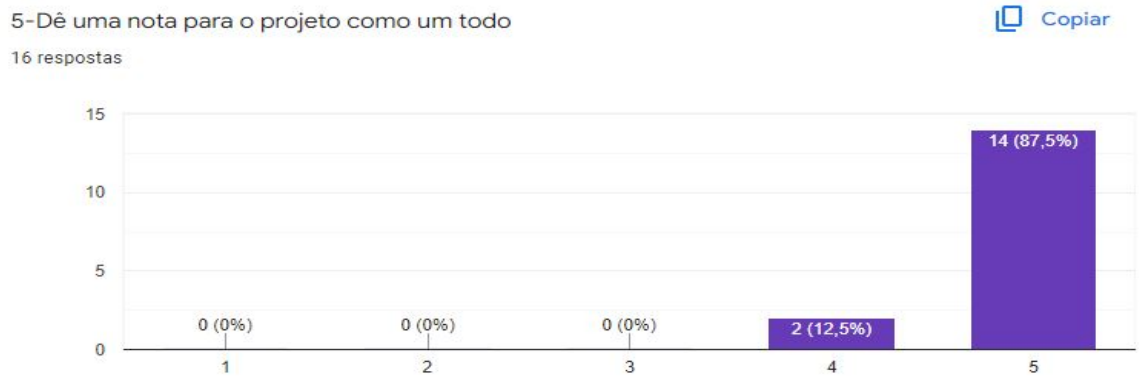
**Analizando:** Gostamos muito da sugestão da criação do próprio planeta! A ideia externa o gosto pelo aprendizado da física! O distanciamento social imposto pelo covid19 foi citado em demonstração de insatisfação pelo momento, pela falta de interação.

**Questão 5 - Dê uma nota para o projeto como um todo (Figura 46).**

Uma das perguntas foi de teor quantitativo com os alunos pontuando a satisfação com o projeto em uma escala de 1 a 5. Dos 16 participantes, 14 atribuíram nota máxima ao projeto o que equivaleu a 87,5% dos alunos e 2 atribuíram nota 4 perfazendo um percentual de 12,5%. Esta pergunta também foi realizada com os alunos voluntários que participaram do projeto no formato híbrido, 100% dos alunos concederam nota máxima a pesquisa como um todo.



Figura 46 -Estatística formulário de satisfação.



Fonte- acervo do autor.

Dentre os alunos participantes desse projeto, tendo sido inscritos na Olimpíada Brasileira de Ciências e Astronomia, edição 2021, três galgaram excelentes resultados tendo sido premiados com medalha de ouro e menção honrosa respectivamente.

Quadro 7 - Resultado de Olimpíadas de conhecimentos em 2021.

Inep:21160058 CMT -IV. Premiações em Olimpíadas Científicas 2021
<b>Olimpíada Brasileira de Astronomia(OBA)</b>
<u>Ouro</u>
*Flávia Fernandes Azevedo- Medalha: (9ª ano C)
*Gustavo da Silva Bezerra - Medalha: (9º ano C)
<b>Olimpíada Nacional de Ciências (ONC)</b>
<u>Menção Honrosa</u>
* Gustavo da Silva Bezerra – Menção Honrosa -(9º Ano C do Ensino Fundamental
<b>Olimpíada Brasileira de Química Júnior (OBQJr)</b>
<u>Medalha de Bronze</u>
*Flávia Fernandes Azevedo-(9º ano C)
<u>Menção Honrosa</u>
*Maria Geovana Costa da Conceição-(9ºano C)

Fonte: de Autoria própria

A conquista de medalhas na Olimpíada Brasileira de Astronomia, Olimpíada Nacional de Ciências e Olimpíada Brasileira de Química Júnior, é evidencia de bons resultados em aprendizagem significativa uma vez que tais eventos são elaborados por profissionais renomados a nível nacional, sendo as avaliações potencialmente significativas no sentido de proporem resolução de novos problemas, causas,

exemplos e boa compreensão e aplicação de conceitos. Sentimos satisfação por contribuirmos com os bons resultados desses alunos, pois o objetivo do projeto e da aprendizagem significativa é fazer com que o aprendizado ultrapasse os muros da escola, acompanhando os discentes ao longo da vida.

Diante do exposto nessa análise de resultados, fica evidente que o objetivo principal do projeto foi alcançado, confirmando a utilização do cinema, em especial do filme Star Trek, versão 2009, como recurso potencial para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. Vale agora analisar se os objetivos específicos foram alcançados, a saber

- Promover interdisciplinaridade entre conteúdos da Física e outras áreas do conhecimento como: Astronomia, História, Matemática e Administração;
- Compreender e identificar conceitos das Leis de Newton no filme Star Trek e em outras situações;
- Observar a contribuição da Física para o desenvolvimento e funcionamento de algumas tecnologias;
- Dirimir a constatada antipatia e preconceito que muitos estudantes têm em relação à disciplina Física e às ciências de modo geral;
- Desenvolver uma Sequência Didática (Produto Educacional) e verificar as possíveis contribuições dessa Sequência no ensino e aprendizagem dos conceitos das Leis de Newton.

A interdisciplinaridade com a área de Astronomia ocorreu através da análise de cenas do filme no universo espacial e outras atividades relacionadas como uso da tecnologia das naves e foguetes e as Leis de Newton aplicadas a estas tecnologias. A História foi trabalhada ao estudarmos a biografia de Isaac Newton, a matemática esteve em todo o percurso da atividade de construção de naves e foguetes, na atividade do jogos de cartas que abordavam cálculos sobre as Leis de Newton; a interdisciplinaridade com a área da Administração aconteceu na atividade de jogos de cartas com a formação de equipes e lições de lideranças estudadas a partir do filme Star Trek (2009).

A observação das novas tecnologias se deu especialmente através da observação da película Star Trek (2009):

Olhando para nossas telas hoje, podemos ver como o conhecimento científico é distribuído através dos muitos produtos que as indústrias cinematográfica e televisiva estão criando. [...]Em vez de estreitar o escopo para um pequeno corpo de publicações científicas especializadas, temos que reconhecer como todo o aparato de entretenimento audiovisual de massas é mais do que um simples mediador (PIASSI apud VAN DIJCK, 2013).

Através da participação crescente do número de participantes, do progresso no aprendizado e das interações dialogadas, das respostas no questionário de satisfação, foi possível constatar que a concepção inicial de que o ensino e aprendizado da física eram “chatos, antipáticos, desmotivadores” foi transformada, tendo, portanto, realizado com sucesso o alcance do objetivo específico relacionado ao tópico ora citado.

Ressaltamos que apesar dos objetivos terem sido alcançados, admitimos que a aprendizagem significativa é um processo que pode perfeitamente ser ampliado com o passar do tempo e novas experiências de ensino (MOREIRA, 2012).

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa iniciou-se considerando de um pressuposto que caracterizava o objetivo principal dos trabalho, a saber: desenvolver uma sequência didática com elementos da aprendizagem significativa utilizando o filme Star Trek (2009) como organizador prévio em diferentes situações na aprendizagem das Leis de Newton, tendo como universo pesquisado, 20 (vinte) alunos matriculados no nono ano do Ensino Fundamental, da Escola Militar Tiradentes IV, na cidade de Caxias-MA que participaram do projeto na modalidade remota. Teve a duração de quinze dias em formato remoto e mais quinze dias em formato presencial onde foram incluídos em algumas atividades mais uma turma.

Para alcançar o objetivo principal proposto, bem como os objetivos específicos, listados na introdução desse trabalho, foi utilizada a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, como já abordamos acima, que considera a utilização de materiais ou recursos potencialmente significativos para efetivar uma aprendizagem significativa, caracterizada pela compreensão dos conceitos, posse dos significados, de forma clara, precisa e transferível para novas situações (MOREIRA, 2012. p.51).

Os resultados obtidos durante a aplicação da sequência didática, demonstraram que o filme Star Trek, versão 2009, tem potencial de conduzir os alunos a construção de subsunçores, servindo como organizador prévio e aventando possibilidades de transformação no aprendizado de um método mecanicista e propedêutico, comumente visto no ensino das leis de leis, para o método de assimilação de significados. Observamos ainda, que é possível através de uma metodologia motivadora e dialógica, transformar a concepção dos alunos sobre as aulas de física, deixando de considerar a disciplina "chata", passando a considerá-la desafiadora, agradável de ser estudada, possível de ser compreendida e aplicada à realidade na Terra e no Universo.

Através da utilização do filme Star Trek, 2009, foi possível explorar questões sobre a Terra e Universo, relacionando-as com as Leis de Newton, de modo que os alunos demonstraram melhor compreensão dos conceitos, passando a expressarem de modo progressivo conexões dos conceitos das Leis de Newton com novas situações, como prevê a teoria da aprendizagem de Ausubel. Através dos diálogos, das atividades propostas, da elaboração e participação em jogos, bem como na

construção de naves e foguetes para exposição, ficou evidenciado a assimilação de significados para as situações dispostas.

A sequência didática das atividades permitiu-nos verificar a ocorrência de elementos da aprendizagem significativa em relação às Leis de Newton. Foi possível observar durante o percurso que os alunos inicialmente demonstravam dificuldade para estabelecer conexões das Leis de Newton e as situações criadas em Terra e Universo, algo que foi sendo “sanado” com a criação de subsunçores, principalmente com a ajuda do organizador prévio, o filme Star Trek.

Outro aspecto observado foi que, no decorrer dos trabalhos em período de aulas remotas, uma pequena parcela dos alunos, uma minoria, não se mostrou motivada em participar das atividades, talvez por estarem em período de provas bimestrais da escola, mas o que nos leva a considerar ainda alguns pontos sobre a nossa SD, a saber: 1-que a utilização de recurso potencialmente significativo, nem sempre é suficiente para que haja aprendizagem significativa; 2-que mesmo utilizando um recurso potencialmente significativo, há fatores externos que atuam no aluno, prejudicando sua motivação, criação de subsunçores e desenvolvimentos de suas estruturas cognitivas.

Ocorrências como um número crescente de alunos; os que inicialmente se mostraram desmotivados no período on-line, reverteram a condição, participando ativamente das aulas presenciais e progredindo no aprendizado e um outro grupo de voluntários, que não estavam presentes no período de aulas remotas, igualmente participou ativamente da pesquisa, progredindo na aprendizagem e demonstrando, talvez, que atividades práticas presenciais são significativamente motivadoras.

Ressaltamos que a pesquisa foi extremamente rica em significados para o trabalho docente, provocando a uma prática dinâmica e centrada na melhoria dos resultados para o ensino da Física.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B. **Integração de tecnologias à educação: novas formas de expressão do pensamento, produção escrita e leitura.** In: VALENTE, José A.; ALMEIDA, Maria E. (orgs). Formação de educadores a distância e integração de mídias. São Paulo: Avercamp, 2007.

AUSUBEL, D. P. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Lei n. 9.394/96. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm). Acesso em: 15 dez. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). **Resolução n. 3, de 26 de junho de 1998.** Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 ago. 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio.** 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC\\_19dez2018\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf). Acesso em: 22 julho. 2019.

BONJORNO, R. A; BONJORNO, J. R; BONJORNO, V; RAMOS, C. M. **Física Completa.** Volume Único. São Paulo: Editora FTD. 2001.

BOVO, V.; Hermann, W. **Mapas Mentais – Enriquecendo Inteligências – Edição dos autores,**2005.

CABRERA, J. **O Cinema Pensa.** Uma introdução a Filosofia através dos filmes. 2 ed. Rio de Janeiro. Rocco, 2006.

CANCLINE, N. G. **Consumidores e cidadãos, conflitos multiculturais da globalização.** Rio de Janeiro: UFRJ, 1995

CHASSOT, A. **A Ciência Através dos Tempos.** São Paulo: E Moderna, 1994.

CORRADI, W. et all. **Fundamentos da Física.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.

COLL, C; Introdução. Im: COLL, C; POZO, J. I; SARABIA. B VALLS, E. **Os conteúdos na reforma; ensino e aprendizagem de conceitos procedimentais e atitudes.** Porto Alegre: Artmed 1998.

CREF-UFRGS. **Propulsão de foguetes no espaço: como é possível o empuxo se não existe atmosfera?**. Disponível em: <https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=propulsao-de-foguetes-no-espaco-como-e-possivel-o-empuxo-se-nao-existe-atmosfera> . Acesso em: 10 de nov.2021.

DESCARTES, R. **Princípios da filosofia.** São Paulo: Rideel, 2007.

FREIRE e PRADO. **Projeto pedagógico: pano de fundo para escolha de software educacional. O computador na sociedade do conhecimento** VALENTE, J. A. (Org.). Campinas: Nield - UNICAMP, 1999. p.111-129.

FRESQUET, A. **Cinema e Educação. Reflexões e experiências com professores e estudantes de educação básica, dentro e “fora” da escola.** Belo Horizonte, MG: Autêntica Editora, 2017. 127 p.

FONTELLES, M. J. *et al.* **Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa** Revista Paraense de Medicina, v. 23, n. 3, p. 1-8, 2009. Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/0101-5907/2009/v23n3/a1967.pdf>. Acesso em: 10 jan.2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Atlas, 2008.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual.** Porto Alegre: Bookman, 12<sup>a</sup> ed, 2015.

KNIGHT, R. **Física 1: uma abordagem estratégica.** Porto Alegre : Bookman, 2<sup>a</sup> ed. 2009.

KRAUSS, L. M. **A Física de Jornada nas Estrelas: Star Trek.** São Paulo: Makron books, 1996. 151 p.

LUCKESI, C. C. **Presença dos meios de comunicação na escola: utilização pedagógica e preparação para a cidadania.** In KUNSCH, M.M. (org.) **Comunicação e educação – caminhos cruzados.** São Paulo: Loyola/ AEC do Brasil, 1986.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

LÚZIA. A. M. S.; **Panorama da Educação Brasileira Frente ao Terceiro Milênio. Revista Eletrônica de Ciências.** São Paulo, 08 de set. de 2008. Disponível em: <<[http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_27/psiedu.html](http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_27/psiedu.html)>> Acessado em: 10 de Julho de 2022.

MENEGUELLI, F. **O novo perfil do professor: usar as novas tecnologias.** In.: Nova Escola, São Paulo, Ano XXV, Nº236, out. 2010, p.49.

MOREIRA, M. A. ; MASSONI, Neusa T. **Pesquisa Qualitativa em Educação em Ciências.** São Paulo: livraria da física, 2017. 225 p.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem significativa.** Brasília: Ed. da UnB, 1994

\_\_\_\_\_. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: Gen, EPU, 1999.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Editora Moraes

\_\_\_\_\_. **Mapas conceituais e diagramas** V. Porto Alegre: Ed. do Autor.

\_\_\_\_\_. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro Editora, 2010 80p

\_\_\_\_\_. **¿Al final, qué es aprendizajesignificativo?** Qurrriculum: revista de teoría, investigaciónyprácticaeducativa. N. 25. La Laguna, Espanha. 2012.

\_\_\_\_\_. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estudos Avançados,32(94), 73-80. Disponível em <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>. Acesso em 29 de Junho 2021.

MORIN, E. **O Cinema ou o Homem Imaginário**, Lisboa, Relógio d'Água.(ed. 1977; 1956).

MOURA, W. R. N. de S. **Razão e Afeto Como Meios de Conceituação no Diálogo entre Cinema e Filosofia: Um desafio Contemporâneo para além da sala de aula**. 2019. <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/642737>. Acesso em 10 de Maio de 2020.

MUNIZ, C. D.: Biografia e resumo das principais obras. **Toda Matéria**, 2019. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/dostoievski/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

NEWTON, Sir I. **Princípios matemáticos da filosofia natural**. Livro 1, 2ª edição. 4ª reimpressão. Tradução de Trieste Ricci et alii. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2018.

NETFLIX Brasil. Disponível em: <https://www.netflix.com/br/title/70101276?s=a&trkid=13747225&t=wha&vlang=pt&clip=>. Acesso em: julho. 2021.

OLIVEIRA, V F. **Imaginário social e escola de segundo grau**: estudos com adolescentes. Santa Maria: UFSM. Santa Cruz do Sul. 1995.

PACHECO, J. A.; PEREIRA, N. **Estudos curriculares: das teorias aos projectos de escola**. Educação em Revista, 2007.

PARO, V. H. **Crítica da estrutura escolar**. São Paulo: Cortez, 2011

PAIXÃO, M. S. S. L.; FERRO, M. G. D. **A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel**. In: CARVALHO. M. V. C.; MATOS, K. S. L. (org). **Psicologia da Educação: Teorias do desenvolvimento e da aprendizagem em discussão**, Fortaleza: EdUECE, 2015, p.91-130

PIASSI, L. P. C. PIETROCOLA, Maurício. **Possibilidades dos Filmes de Ficção Científica como Recurso Didático em Aulas de Física**: a construção de um instrumento de análise. In: X CONGRESSO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2006, Londrina-PR. 11 p.



POZO, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2008.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RESNICK, R; HALLIDAY, D. **Física 1**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1983.

RIVOLTELLA, Pier Cesare. **Cinema luogodieducazione, trasacuolaedextra-escuola**. Media education: fundamentididattici e prospettivediricerca. Brescia, Editrice La Scuola, 2005.

ROSA, C.N, ROSA A. B. **Ensino da física: Objetivos e imposições no ensino médio**. Rev. Elec. Ensino de Ciências, 2005, pg. 461-476.

SALES, G. L; MAIA, M. C. **Física básica 1-Licenciatura em Matemática** - Fortaleza: UAB/IFCE, 2011.

SILVA, M. G. L.; MOHR, A.; ARAÚJO, M. F. F. de (Org.). **Temas de ensino e formação de professores de ciências**. Natal: EDUFRN, 2012.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005.

**STAR TREK** (2009). Direção: J. J. Abrams. Produzido por J. J. Abrams e Bryan Burk. Estados Unidos: Paramount Pictures, 2009. 1DVD (126 minutos), color.

TARKOVSKI, A. **Esculpir o tempo**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros, volume 1: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

WEISZ, T; SANCHEZ, A. **O diálogo entre o ensino e a aprendizagem**. São Paulo: Ática, v. 2, 2006.

WESTFALL, R. S. **A Vida de Isaac Newton**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.

ZABALA. A. **A Prática Educativa Como Ensinar**. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Editora Artemed, Porto Alegre, 1998.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

### Missão Estação 01 - Até que ponto - Concepções

Atenção, todos os Cadetes que já foram promovidos a Capitães (pois passaram pelo marco ZERO <https://classroom.google.com/c/Mjg4MzczMzE3OTU0/a/MzU2ODUyNzEzNDI0/details>)

Nossa jornada tem início com o resgate do cientista esquecido, mas como ele está aprisionado do universo paralelo por "A LENDA", que gosta de confundir todos, temos de fazer a sondagem de conhecimento enquanto viajamos.

Não se preocupem. Chegando lá é só responder as perguntas, sem medo de errar, pois não existe resposta errada, mas sim o que vocês pensam.

Lembrem-se: a sinceridade é a melhor arma contra nosso adversário.

Boa viagem!

Data estelar: 17/06/21/19/56

Assinado: Comandante CHICLETE

\*Obrigatório

E-mail \*:

Sua Turma do 9º ano do CMT-IV: \*

Marcar apenas uma oval:

B ( ) C ( ) D ( )

Repita seu avatar e nave, exemplo: Capitão \_\_\_\_\_, da nave \_\_\_\_\_ \*

4 - No seu ponto de vista, existe semelhança entre uma maçã caindo e um astronauta em órbita? \*

5 - Por que a maçã se aproxima (cai) na superfície do planeta, mas o astronauta não? \*

6 - Você encontrou uma caixa e resolve puxá-la, mas ela não sai do lugar; por que isso acontece? \*

Marcar apenas uma oval:

- a) A sua força foi pequena.
- b) Existe uma força contrária maior.
- c) A culpa é do solo.
- d) Foi o peso que impediu.



7 - Suponha que você esteja pedalando uma bicicleta e resolve frear. O que você imagina que acontecerá com seu corpo? \*

Marcar apenas uma oval:

- a) Tanto você como a bicicleta param imediatamente.
- b) O freio joga a bicicleta para trás e me joga para a frente.
- c) Tende a continuar para frente e pode até cair.
- d) Inicialmente fica parado e depois se move lentamente.

8 - Você amarra uma pedra em um cordão e passa a girar por sobre a cabeça. Repentinamente e sem querer, o cordão se parte. O que acontecerá com a pedra? \*

Marcar apenas uma oval:

- a) Faz zig-zag no espaço.
- b) Cai imediatamente na sua frente.
- c) Segue em linha reta, seguindo a direção perpendicular do cordão no momento do corte.
- d) Dá uma volta e cai lá na frente.

9 - O que faz com que o foguete saia da superfície da Terra?

Marcar apenas uma oval:

- a) A Terra o empurra para o espaço devido à rotação do planeta
- b) Os gases da explosão do combustível empurram a Terra e a Terra o empurra para o alto
- c) É a gravidade
- d) A força dos motores age dando impulso para ele.

10 - Você é um atleta de karatê e está participando de um campeonato. Você soca o rosto de um adversário, ele cai e você fica preocupado. Ele levanta e diz: "Não se preocupe, meu rosto atingiu seu punho com a mesma intensidade". Essa frase está: \*

Marcar apenas uma oval:

- a) Correta
- b) Errada

11 - Por que os foguetes (e naves espaciais) não precisam de asas? \*

12 - Colocamos continuamente combustível nos carros e veículos automotores. Como você imagina que poderíamos viajar entre os planetas e explorarmos o universo se não temos postos de combustível no espaço? \*

## APÊNDICE B - Missão Estação 02-Bio-Conhecendo

Data estelar: 18/06/21/19/30 Estação 02 LINK Missão BIO  
 Boa noite, pilotos guerreiros desta aventura no ciberespaço!  
 É chegada a hora de conhecer o cientista que vamos resgatar das garras do "ALENDA".  
 Por esta Missão BIO serão creditados em suas contas F\$9,0 (nove Frankais).  
 Para iniciar, devem clicar no link <https://www.todamateria.com.br/isaac-newton/>  
 e depois de ler o texto responder o relatório abaixo (Formulário Google).  
 Boa viagem. Vida longa e próspera!  
 Assinado: Comandante CHICLETE

\*Obrigatório

E-mail\* \_\_\_\_\_

Repita seu avatar e nave: \_\_\_\_\_



1-Cite quatro áreas de conhecimento que ele estudou:

2-Que tipo de cálculo matemático ele desenvolveu que foi criado também de forma independente por Leibniz?

3-Escreva o nome das três leis de Newton:



4-O que fala o princípio da inércia?

5-O que fala o princípio da Dinâmica?

6-O que fala o princípio da ação e reação?

7-Qual o nome da lei formulada por Newton para o movimento dos astros?

8-Que autores fala no texto que Newton estudou?



9-Escolha uma das frases atribuídas a Newton que o texto indica.

10-Diz a lenda que, Newton desenvolveu a lei da gravitação universal, após cair uma \_\_\_\_\_ em sua cabeça.

**Google-formulário**

## APÊNDICE C – PESQUISA DE SATISFAÇÃO

Estação Final – Estação 10-Pesquisa de Satisfação

6 pontos Data de entrega: 1 de jul. de 2021

Olá! Chegamos ao final das nossas missões por ora e gostaríamos de saber sua opinião.

Aproveitamos ainda para convidá-lo a conhecer uma NOVA NAVE.

Futuramente navegaremos com ela:

<https://universoparalelodafisica.blogspot.com/>

Por esta missão serão creditados em suas contas F\$ 6,0 (seis Frankais), após o preenchimento do formulário.

Obrigado e Boa Viagem. Vida longa e próspera!

Assinado: Comandante Capitão CHICLETE

1-Qual das missões você gostou menos? Justifique.

---

---

2-Qual das missões você gostou mais? Justifique.

---

3-Na sua opinião, a maneira como as atividades foram apresentadas ajudou no entendimento dos conteúdos?

---

---

4-Qual das leis de Newton você teve mais dificuldade de entender?

---

---

5-Dê uma nota para o projeto como um todo.

Fraco 1( ) 2( ) 3( ) 4( ) 5( ) Ótimo

6-Deixe alguma sugestão para o projeto

---

---

## APÊNDICE D – MISSÃO EXTRA - FINAL

### Questionário feito em sala de aula

1 - No seu ponto de vista, existe semelhança entre uma maçã caindo e um astronauta em órbita?

2 - Por que a maçã se aproxima (cai) na superfície do planeta, mas o astronauta não?

3 - Você encontrou uma caixa e resolve puxá-la, mas ela não sai do lugar; por que isso acontece?

Marcar apenas uma alternativa:

- a) A sua força foi pequena.
- b) Existe uma força contrária maior.
- c) A culpa é do solo.
- d) Foi o peso que impediu.



4 - Suponha que você esteja pedalando uma bicicleta e resolve frear. O que você imagina que acontecerá com seu seu corpo?

Marcar apenas uma alternativa:

- a) Tanto você como a bicicleta param imediatamente.
- b) O freio joga a bicicleta para trás e me joga para a frente.
- c) Tende a continuar para frente e pode até cair.
- d) Inicialmente fica parado e depois se move lentamente.

5 - Você amarra uma pedra em um cordão e passa a girar por sobre a cabeça. Repentinamente e sem querer, o cordão se parte. O que acontecerá com a pedra? \*

Marcar apenas uma alternativa:

- a) Faz zig-zag no espaço.
- b) Cai imediatamente na sua frente.
- c) Segue em linha reta, seguindo a direção perpendicular do cordão no momento do corte.
- d) Dá uma volta e cai lá na frente.

6 - O que faz com que o foguete saia da superfície da Terra?

Marcar apenas uma alternativa:

- a) A Terra o empurra para o espaço devido à rotação do planeta
- b) Os gases da explosão do combustível empurram a Terra e a Terra o empurra para o alto
- c) É a gravidade
- d) A força dos motores age dando impulso para ele.

7 - Você é um atleta de karatê e está participando de um campeonato. Você soca o rosto de um adversário, ele cai e você fica preocupado. Ele levanta e diz: "Não se preocupe, meu rosto atingiu seu punho com a mesma intensidade". Essa frase está:

Marcar apenas uma alternativa:

- a) Correta
- b) Errada

8 - Por que os foguetes (e naves espaciais) não precisam de asas?

---



---



---

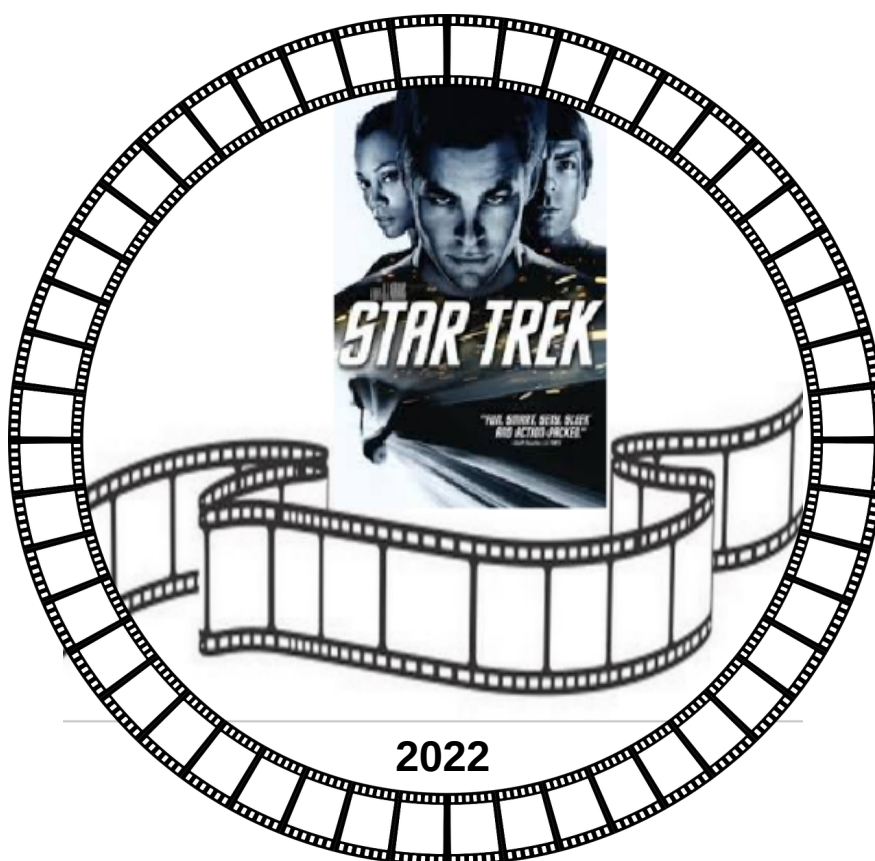
## APÊNDICE E - PRODUTO EDUCACIONAL

**MNPEF**Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE AS LEIS DE NEWTON:  
UTILIZANDO O FILME STAR TREK (2009) COMO ORGANIZADOR PRÉVIO**

**"EDUCAÇÃO LONGA E PRÓSPERA"**



Produto Educacional apresentado à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF – Polo 26 da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Ensino de Física no Ensino Fundamental

Orientador: Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva  
Mestrando: Francisco de Assis Franklin Morais Moura

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Star Trek 1966 e Star Trek 2009 (créditos CBS).....	111
Figura 2 - Capa da SD com imagem do DVD original.....	122
Figura 3 - Sugestão de cenas do filme para análise em aula.....	128
Figura 4 - Desenho do experimento 1 (créditos – UNESPBAURU).....	129
Figura 5 - Professor orientando lançamento de foguetes garrafa PET.....	131
Figura 6 - Aplicação em sala de aula do Jogo de Cartas (CMT-IV).....	132
Figura 7 - Sistema de eliminatória na disputa entre as equipes.....	133
Figura 8 - Mapas feitos por alunos do CMT-IV.....	134
Figura 9 - Alunos do CMT-IV confeccionando miniaturas de naves SD.....	136
Figura10 - Exposição feira de ciências das miniaturas de naves produzidas..	136

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo da Sequência Didática.....	123
Quadro 2 - Competências e Habilidades.....	124
Quadro 3 - Sugestão de formulário de pontuação durante as etapas.....	125
Quadro 4 - Questionário de Concepções Alternativas.....	126



## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	109
<b>1-Por que Star Trek – Jornada nas Estrelas (2009)?</b> .....	110
<b>2-Conhecendo um pouco sobre Isaac Newton</b> .....	112
<b>3-Fundamentos teóricos importantes para a sequência didática (SD)</b> .....	115
3.1-Aprendizagem Significativa de Ausubel.....	116
3.2-Mapas conceituais.....	117
3.3-O Cinema como recurso pedagógico. ....	118
3.4-Concepções Alternativas.....	119
3.5-De olho na BNCC.....	120
<b>4-SEQUÊNCIA DIDÁTICA — “EDUCAÇÃO LONGA E PRÓSPERA”</b> .....	122
4.0-Quadro Resumo:.....	123
4.1-Missão 1: Encantamento e Sondagem.....	124
4.2-Missão 2- Biografia de Isaac Newton.....	127
4.3-Missão 3-Assistir ao Filme Star Trek(2009).....	127
4.4-Missão 4-Aula expositiva sobre as Leis de Newton.....	128
4.5-Missão 5- Experimentos.....	129
4.6-Quiz em forma de jogo de cartas.....	131
4.7-Mapas conceituais.....	133
4.8-Missão 8- Construção de maquetes.....	134
4.9-Missão 9- Avaliação final.....	137
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	137
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	138
<b>ANEXOS</b> .....	131
Anexo 1-Biografia de Isaac Newton.....	139
Anexo 2-Material, procedimento, base e foguete de garrafa PET.....	141

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**  
**Orientador: Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva**  
**Mestrando: Francisco de Assis Franklin Moraes Moura**

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE AS LEIS DE NEWTON:  
UTILIZANDO O FILME STAR TREK (2009) COMO ORGANIZADOR PRÉVIO**

## **APRESENTAÇÃO**

Prezado colega de profissão, esta proposta não é uma receita de bolo, mas sim uma sugestão, em forma de passos, de como podemos desenvolver uma sequência de aulas com ideias que você poderá seguir rigorosamente — pois já foi testada — ou não, fazendo mudanças conforme sua experiência, criatividade e condições de trabalho, adaptando-a à sua realidade escolar.

O fato é que temos que reinventar nossos meios de ensino e aprendizagem ao mesmo tempo em que motivamos o alunado a gostar de ciência.

Como fazer o aprendiz gostar de ciência e aprender os fundamentos do fazer científico? Essas talvez sejam questões das mais difíceis, que sempre existiram e continuarão a nos desafiar enquanto professores de Ciências/Física. Buscamos responder a essa pergunta com este trabalho, criando uma sugestão viável que utilize o cinema e em especial a ficção científica como meio de despertar nos alunos a motivação fundamental para o aprendizado de ciências.

No item 3, Fundamentos teóricos importantes para a sequência didática, colocamos simplificada e, a título de atualização, aspectos teóricos importantes para justificarmos o fazer pedagógico; além, claro, das opiniões pessoais dos autores.

Esta proposta de utilizar no processo de ensino e aprendizagem o filme Star Trek (2009) é consoante às unidades temáticas, competências e habilidades

previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o último ano do Ensino Fundamental. Contudo, não é fator restritivo que este projeto se aplique ao Fundamental; ele pode ser adaptado e estendido aos demais níveis da Educação Básica, e também para o ensino híbrido e para situações de ensino online.

Gostaríamos de ressaltar que esta sequência didática aqui sugerida é fruto do trabalho final de conclusão de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), em parceria com a Universidade Federal do Piauí (UFPI), orientado pelo Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva, e foi aplicado na Escola Militar Tiradentes IV, situada na cidade de Caxias-MA, com alunos do ensino fundamental durante o período da pandemia COVID-19.

### **1-Por que Star Trek – Jornada nas Estrelas (2009)?**

Por que esse filme? Primeiro por ser de ficção científica, gênero capaz de nos proporcionarexperiências imaginativas de realidades futurísticas; depois, por ser ele inovador em vários aspectos — na “previsão” de aparelhos de telefone portáteis como os celulares, por exemplo, que apareceram primeiro na série original de Star Trek como comunicadores; na utilização do que há de mais atual no campo da física teórica, da especulação científica, na feitura das tramas; etc.

Para René Descartes, a razão e a dúvida são o caminho para o conhecimento verdadeiro. É dele a frase célebre “penso, logo existo”. Parafraseando-o digo: “penso, logo vai existir!” Defendemos ser esse o fundamento das invenções consideradas complexas ou simples, como este projeto. Primeiro pensamos em algo, depois o fazemos existir. Perguntamos para encontrar uma resposta ou criar uma solução. Perguntar, criar hipóteses e depois testá-las — não seria esse o fundamento primordial para o fazer ciência?

Star Trek – Jornada nas Estrelas (2009) é uma refilmagem da franquia que deu origem a toda uma gama de sequências a partir da clássica série da televisão americana de 1966 criada por Gene Roddenberry, tendo como personagens principais o Capitão James T. Kirk, seu imediato Spock (um personagem que virou símbolo de pensamento racional e científico) e sua tripulação, dentro de uma nave espacial (USS Enterprise), sendo o espaço a fronteira final.

Na série clássica, nas derivadas e na referida refilmagem de 2009, há uma gama enorme de inovações ficcionais de tecnologias futuristas que despertam no espectador — no aluno, no nosso caso — curiosidade e encantamento, sempre por meio de situações altamente imaginativas e tramas instigantes.

Figura 1- Star Trek 1966 e Star Trek 2009.



Fonte: <https://www.milanoweekend.it/articoli/la-fisica-di-star-trek>.

Há um personagem chefe de Engenharia, na série clássica e nesta refilmagem, chamado Scotty que inúmeras vezes fala “**mas eu não posso mudar as leis da Física, Capitão!**” Ressaltamos aqui que a física de Jornada nas estrelas muitas vezes vai além da realidade — há, por exemplo, teletransporte —, mas será que Isaac Newton e Albert Einstein não fizeram isso em suas próprias épocas? Será que em seus experimentos e investigações científicas inovadores sobre movimentos, ação e reação, eles não teriam pelo menos cogitado o teletransporte?

No livro *A Física de Jornada nas Estrelas* (Krause, 1996), na introdução feita por Stephen Hawking, há a seguinte frase: “**Restringir nossa atenção aos assuntos terrestres seria limitar o espírito humano**”. Uma frase interessante, pois nos ajuda a pensar que a imaginação navega a nível espiritual, que devemos transcender a matéria para poder evoluir. Será?

Não podemos deixar de ressaltar outros aspectos interessantes do filme, como o sociocultural, um traço presente na refilmagem e fiel ao projeto original criado por Gene Roddenberry, onde as diferenças sociais são colocadas como irrelevantes, não obstáculos para uma harmoniosa convivência.

Na análise fílmica das Leis de Newton aqui proposta, podemos incentivar o aluno num processo de ensino/aprendizagem a indagar, investigar e pensar em possibilidades, o que cremos ser algo que motiva os alunos a se interessarem pelo campo das ciências.

## **2-Conhecendo um pouco sobre Isaac Newton**

Isaac Newton nasceu em uma pequena vila na cidade de Woolsthorpe em Lincolnshire, na Inglaterra, em 25 de Dezembro de 1642. É reconhecido como o inventor do cálculo por ter formulado a teoria da gravidade universal, considerada sua obra mais importante para a ciência física moderna. Também fez grandes descobertas em óptica. Tornou-se uma figura ilustre na Grã-Bretanha com a publicação de seu Principia em 1687, enraizando o “newtonianismo” na primeira década do século XVIII.

Ao escrever os Principia, Newton resumiu todo o trabalho realizado em 20 anos de estudos, recalculando, revendo o que anteriormente havia descoberto com a finalidade de coletar novos dados astronômicos. Provavelmente, sua intuição lhe dizia que Principia seria sua obra magna, a soma total de tudo que ele sabia ou era capaz de descobrir sobre o mundo natural.

O cálculo de Newton se baseia na noção de que quantidades e movimentos são dinâmicos e flutuantes e não definidos e imutáveis. De início Newton nomeou sua descoberta de “método matemático de fluxões”. Newton foi diretamente influenciado por Descartes, que aplicava a decomposição de vastos problemas em pequenas porções a fim de resolvê-los.

Newton adotou o método de Descartes, decompondo problemas em dinâmicas semelhantes a subida de degraus, um por vez; quanto maior for o número de degraus a serem escalados, mais decompostos serão os cálculos e mais precisos serão os resultados obtidos.

Por ter recebido forte oposição à sua teoria da gravidade, não ficou imediatamente conhecido nos demais continentes. Christiaan Huygens e Leibniz foram alguns desses opositores que contestaram a teoria da gravidade de Newton. Contudo, a oposição não impediu que a teoria da gravidade se tornasse cada vez mais substanciada, especialmente nos anos 1740 e 1750.

Newton era um cientista versátil e também se dedicou à química, história da civilização ocidental e teologia com especial atenção para o tema bíblico do Templo de Salomão em Jerusalém.

Quando ainda estudante em 1664, foi influenciado por publicações sobre óptica e luz dos físicos ingleses Robert Boyle e Robert Hooke, também pela matemática e física do filósofo e cientista francês René Descartes, passando a estudar profundamente a refração da luz por um prisma de vidro e desenvolvendo uma série de experiências cada vez mais refinadas e precisas que o levaram a descobertas matemáticas significativas sobre o fenômeno da cor. Newton descobriu que a luz branca era um misto de raios coloridos com infinitas variações, definíveis pelo ângulo pelo qual é refratado o feixe luminoso ao entrar ou sair de certo meio transparente.

Ele relacionou a descoberta com seu estudo das cores de interferência de filmes finos (por bolhas de sabão). Seus estudos concluíram que os “corpúsculos” transparentes presentes nas superfícies dos corpos, interagem com a luz branca, refletindo de modo selecionado diferentes cores observadas nessas superfícies.

Ainda em óptica desenvolveu a teoria matemática do movimento circular uniforme, observando a relação entre o inverso do quadrado e a regra de Kepler, relacionando o quadrado dos períodos planetários para o cubo de sua distância média do sol. Em meados de 1666 Newton se notabilizou como principal matemático do mundo, especialmente por ter sido o primeiro a desenvolver uma gama de algoritmos simbolicamente determinantes e que agora chamamos de integrais e derivadas.

De acordo com a história popularmente conhecida (ou lenda), foi ao observar uma maçã cair em seu pomar em algum momento durante 1665 ou 1666 que Newton concebeu que uma só era a força que governava os movimentos da lua e da maçã. Newton investigou a força necessária para manter a Lua em sua órbita em comparação com a força que puxa um objeto para o solo, investigou ainda a

força centrípeta suficiente para estacionar uma pedra na funda e a interação entre a extensão de um pêndulo e o período de tempo de seu movimento.

A correspondência com Hooke (1679-1680) orientou Newton ao cálculo da trajetória de um corpo exposto a uma força central que varia de acordo com o quadrado inverso da distância; ele concluiu que era uma elipse, fazendo o resultado chegar ao conhecimento de Edmond Halley em Agosto de 1684. Halley ficou impressionado com os estudos de Newton, incentivando-o a publicar um breve tratado sobre mecânica e a escrever os Principia.

No Livro Principia, Newton ressalta a gravitação como força vital para controlar os movimentos dos corpos celestes. A causa da gravitação, contudo, não foi definida, mas cogitada como tendo sido originada pelos impactos de partículas invisíveis. Newton inaugura a teoria dos fluídos e tendo como ponto de partida a densidade do ar, ele discorre sobre a velocidade das ondas sonoras e a lei da gravitação em ação no universo.

Um importante legado de Isaac Newton foi a teoria do movimento dos corpos que mostrou ser possível prever o movimento de asteroides e o aparecimento das marés, tornando-se um referencial da Física por formular equações matemáticas para a explicação de fenômenos naturais.

Reunidas, as três leis de Newton são usadas para descrever a dinâmica dos corpos, isto é, as causas que podem alterar seu estado de movimento. Em termos simples, as leis de Newton tratam de situações em que os corpos permanecem ou não em equilíbrio. Quando um corpo está sujeito a inúmeras forças que se cancelam, dizemos que ele se encontra em equilíbrio estático ou dinâmico, ou seja, perfeitamente parado ou se movendo com velocidade constante e em linha reta.

O agente responsável pela transformação dos movimentos dos corpos é nomeado de força, um vetor de unidade  $\text{kg.m/s}^2$  batizado posteriormente como N (Newton). Quando um corpo está sujeito a um resultado não nulo (distinto de zero) de forças, ele ganha uma aceleração (variante de velocidade). Essa aceleração, conseqüentemente, é inversa à proporção de sua massa, ou seja: quanto maior é a massa, menor será a aceleração do corpo. De acordo com as leis de Newton, a massa serve como referencial de medida de inércia do corpo em seu estado de equilíbrio estático ou dinâmico.

Newton morreu em Londres em 20 de março de 1727 aos 84 anos, sendo enterrado com honras na abadia de Westminster, um privilégio inédito concedido



pós-morte a um homem da ciência Inglaterra. A física não veria alguém da sua estatura intelectual por quase duzentos anos, até 1905, quando um então desconhecido funcionário de 26 anos do departamento de patentes de Berna, na Suíça, publicou suas reflexões sobre tempo, espaço, massa e energia. A concepção de seus contemporâneos sobre ele, no entanto, continuou a se expandir como consequência de várias publicações póstumas.

### **3-Fundamentos teóricos importantes para a sequência didática (SD)**

Uma sequência didática é um grupo de interferências planejadas pelo professor a fim de desenvolver o entendimento do ensino. É um processo diferente de um plano de aula por ser mais amplo e abranger uma sequência a ser aplicada no período de várias aulas com estratégias diversificadas.

Almeja-se com a sequência didática quebrar paradigmas de modo a ultrapassar a noção de uma aprendizagem mecânica, com um projeto de intervenção escolar em fases designadas, objetivos claros e com flexibilidade capaz de abordar diversos meios pedagógicos como: pesquisa, questionários, aulas dialogadas, produção de jogos, construção de foguetes e naves, análises fílmicas, seminários dentre outros. O uso da sequência didática objetiva:

- Despertar a reflexão no aluno e, deste modo, proporcionar-lhe uma melhor compreensão dos temas abordados.
- Fazer com que a aquisição de conhecimentos seja útil à vida dos alunos, e não eles sejam simplesmente absorvidos de forma mecânica.
- Promover a transversalidade dos conteúdos e objetivos.
- Motivar a construção de conhecimentos específicos através de trabalhos que superem o senso comum.
- Corresponder às intenções pedagógicas em relação ao desenvolvimento do projeto, necessidades dos professores e alunos.

As sequências didáticas são desenvolvidas com objetivos educacionais específicos e necessitam interagir com o conhecimento cognitivo prévio do aluno para que possa; fazer parte dele, e assim podermos afirmar que ocorrerá o aprendizado.

### 3.1-Aprendizagem Significativa de Ausubel

A aprendizagem acontece com a interação do conhecimento novo na estrutura cognitiva do indivíduo (no caso o aluno), associando-o a um conhecimento prévio, relevante e relacionado já presente na estrutura. Em física, por exemplo, se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de força e campo, como a força e o campo eletromagnético. Esse processo de “ancoragem” da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor.

A aprendizagem significativa tem por objetivo desenvolver um entendimento estrutural com resolução de problemas equivalentes em contextos diversos — é o oposto da aprendizagem mecânica que reproduz conteúdos de forma literal. Quando o aprendiz entra em contato com novas informações e consegue fazer conexões entre o que lhe é apresentado e o seu conhecimento prévio, ele estará elaborando significados pessoais para essa informação, construindo conhecimentos. Essa elaboração de significados não é uma apreensão literal, mas uma construção substantiva da informação apresentada se configurando como uma aprendizagem significativa

Quando se dá a aprendizagem significativa, o aluno transforma o significado lógico do conteúdo em significado psicológico. Em uma aprendizagem significativa o conhecimento não é apenas memorialístico, mas dotado de significado que se ancoram para produzir um novo conhecimento geralmente enriquecido de novos significados. Quando novos conceitos são aprendidos, os subsunçores ficam mais elaborados e relevantes.

Segundo Ausubel há duas situações para que a aprendizagem significativa ocorra:

- O conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente revelador.
- O estudante precisa estar disposto a relacionar o material de maneira consistente e não arbitrária.

De acordo com Ausubel as teorias de aprendizagem mecânica e significativa não são antagônicas, mas fazem parte de um processo contínuo, todo o conhecimento do indivíduo se situa em algum lugar entre a aprendizagem mecânica e significativa.

### 3.2-Mapas Conceituais

Um mapa conceitual é uma representação gráfica dos vários tipos de relações existentes entre determinados conceitos, feito a fim de auxiliar educadores e educandos na estruturação e apreensão do conhecimento.

Conceitos são, na definição de MOREIRA (2017, p. 108), “regularidades ou padrões percebidos em objetos ou eventos, ou em registros de objetos ou eventos, designados por um rótulo, geralmente um símbolo linguístico”. Por exemplo, a palavra mesa indica uma regularidade comum entre uma série de objetos que podem ser feitos de materiais e formatos diferentes, mas que compartilham o mesmo padrão: são móveis com uma superfície plana sustentada por “pernas”. O mesmo serve para processos ou ideias: quando há um padrão reconhecível, há um conceito.

O mapa é similar a um organograma, com um conceito principal do qual fluem todos os outros. Os conceitos ficam dentro de quadros — ou balões, quadrados, círculos ou outras figuras geométricas — e são ligados por linhas ou setas que conectam as figuras cujos conceitos têm relação entre si. Acompanham estas linhas ou setas palavras ou frases que formam proposições, indicando o tipo de relação que há entre os conceitos. Por exemplo, pode-se representar uma relação de geração com “gera” ou “é gerado por” acompanhando uma linha ligando um conceito a outro; indicar uma de derivação com “deriva” ou “é derivado de”; etc.

O mapa conceitual foi criado por Noseph Novak, e sua inspiração foi a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que enfatiza a necessidade de haver um conhecimento prévio ancorando novos aprendizados e a conveniência de se apresentar novas matérias a partir de ideias mais gerais que se desdobrarão em conhecimentos específicos. Nas palavras de AUSUBEL (2003), é mais fácil para os seres humanos “apreenderem os aspectos diferenciados de um todo, anteriormente apreendido e mais inclusivo, do que formular o todo inclusivo a partir das partes diferenciadas anteriormente aprendidas”.

A forma de diagrama também torna mais clara a hierarquia do conhecimento e ajuda o aluno a perceber a interdependência e organicidade que existe entre diferentes conceitos. Para AUSUBEL (2003), toda disciplina se estrutura no intelecto humano de maneira hierárquica, de maneira que “as ideias mais inclusivas ocupam

uma posição no vértice da estrutura e subsumam, progressivamente, as proposições, conceitos e dados factuais menos inclusivos e mais diferenciados.”

Os mapas conceituais são instrumentos que auxiliam tanto na avaliação da aprendizagem quanto no planejamento de ensino. Em se tratando de avaliar mapas, no entanto, considerar um mapa correto ou errado não é a melhor abordagem, uma vez que nenhum mapa conceitual é exaustivo e que o mais importante é seu processo de construção, que estimula a mente a identificar diferenciações e similaridades e a entender os elos que unem diferentes elementos de um conhecimento ou processo.

### **3.3-O cinema como recurso pedagógico.**

Nós, professores, precisamos nos adequar as mudanças para melhor orientarmos nossos alunos, e os meios tecnológicos são ferramentas ideais para subsidiar as atividades humanas de inovação e evolução da educação.

Quando em 1895 os Irmãos Lumière organizaram a primeira sessão de cinema, não imaginavam que no futuro qualquer um poderia assistir a um filme em um smartfone; e quando o capitão James T. Kirk usou o comunicador em um cenário futurístico, os idealizadores do projeto cinematográfico estavam, sim, pensando no futuro; na verdade, inventando uma ideia dentro de uma realidade cinematográfica. Assim, podemos pensar o quanto é importante estimularmos o gosto pelo cinema de ficção para o avanço tecnológico.

Na década de 1960, os filmes de Star Trek já possuíam computadores que respondiam com voz interativa como, como o faz hoje o Echo Dot/Alexa da Amazon. Será que a imaginação e a moderna tecnologia andam juntas? Oscar Wilde dizia que “a vida imita a arte mais que a arte imita a vida”. O certo é que hoje a magia cinematográfica classificada como “sétima arte” por Ricciotto Canudo é ubíqua, está não só nas TVs, que estão em todos os lares, mas em todos os celulares, itens “obrigatórios”. A educação não pode deixar de perceber essa realidade e explorar todo o seu potencial para motivar os estudantes a criar, desenvolver e acima de tudo a gostar de ciência.

A educação em ciências só será eficaz se percebermos os aspectos motivacionais internos e externos; nesse sentido, o cinema de ficção, com toda sua inerente magia, pode, ao levar o aluno a viver outra realidade, despertar-lhe o desejo

de fazer ciência, sonhar e acreditar que ela é um elemento fundamental em nossas vidas contemporâneas.

No entanto, não se deve apenas assistir a um filme, o professor deve orientar para a discussão de conceitos que leve o aluno a tomar posse de fundamentos da ciência. Nesse sentido esta proposta deseja que o aluno aprenda fundamentos das leis de Newton, identificando situações na película em discussão, para assim, assimilar um conteúdo pertinente a física e que pode ser facilmente observável, a um olho treinado, em nosso dia a dia. Importante também, seria o professor aproveitar e levar o aluno a perceber a interação entre as diversas ciências ao assistir ao filme, favorecendo assim a percepção interdisciplinar da vida.

Filmes podem, portanto, ser uma excelente ferramenta mediadora em sala de aula, despertando o interesse e engajamento nos alunos, gerando discussões e permitindo-lhes uma melhor compreensão de assuntos difíceis. Este projeto tem nesse fundamento sua principal ancora e é o que constatamos em nossa pesquisa.

### **3.4-Concepções Alternativas**

Chamamos de concepções alternativas as ideias que os alunos já trazem consigo para o aprendizado de ciências e que não coincidem com o saber científico. Tais ideias são construídas por conhecimentos formados ao longo da vida, desde o nascimento do aluno, a partir de experiências pessoais no seu dia a dia com a natureza e no contato com outras pessoas. São “construções pessoais espontâneas” (Figueira e Rocha, 2011) que servem de ferramenta explicativa comum.

As concepções alternativas são mais implícitas do que explícitas, ou seja, muitas vezes o aluno não é capaz de verbalizar, de dar a forma de um postulado ou teoria para a maneira como ele interpreta certos fenômenos. São também esquemas explicativos que lembram modelos históricos da ciência que já foram ultrapassados, mas que mesmo assim são persistentes.

Sendo o conhecimento científico especializado e abstrato, suas conclusões acerca do mundo podem parecer “contraintuitivas” — por exemplo, a concepção de que, para que um corpo se mova num dado sentido, é necessário que haja uma força constante atuando sobre ele, parece ser confirmada universalmente pela experiência de qualquer pessoa; no entanto, desde o surgimento da mecânica clássica newtoniana, que define a inércia como propriedade geral da matéria, sabe-

se que, se não houver nenhuma força impulsionando o objeto, ele continua a se mover em velocidade constante.

Há, portanto, no momento do aprendizado um confronto entre as concepções alternativas dos alunos e o conhecimento científico. Para que haja aprendizagem significativa, o aluno deve experimentar insatisfação com o poder explicativo de suas ideias, convencendo-se de que seria necessária uma correção de modelo ou a adoção de um novo; isto seria o ponto de partida para que ele considere (ou reconsidere) a explicação científica e inicie um processo intelectual de síntese. Tal síntese gera aprendizado real, diferentemente do que aconteceria numa memorização mecânica de fórmulas, visto que é resultado de um processo de subsunção em que conhecimento prévio relevante serve de âncora para um novo conhecimento, retificado e mais completo.

Um ensino que não promova a interação entre ideias já ancoradas e novas informações gera alunos que meramente repetem fórmulas. Quando não há o processo de aprendizagem significativa, as fórmulas aprendidas são aplicadas mecanicamente, sem que haja entendimento real da situação apresentada.

### **3.5-De olho na BNCC**

O filme Star Trek (2009) como instrumento de aporte no processo de ensino e aprendizagem e a metodologia e aplicação desse trabalho se relacionam de modo direto com as Competências Gerais da BNCC que percorrem toda a Educação Básica.

As referências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sobre as etapas da Educação Infantil e do Ensino Fundamental foram homologadas no ano de 2017, sendo implementadas gradualmente no decorrer dos anos subsequentes à sua homologação.

De acordo com a BNCC, a disciplina Física, juntamente com Química e Biologia, estão agrupadas na Área de Ciências da Natureza por terem como característica sentidos empiristas e/ou intuitivistas.

A BNCC traduz em sua estrutura o fato de a sociedade contemporânea estar disposta sobre uma base de desenvolvimento científico e tecnológico em que o ensino deve se voltar para a formação integral dos alunos. Para tanto, será preciso o

desenvolvimento de competências e habilidades a fim de que se ocupe um lugar participativo, crítico, nos debates sobre temas científicos e diversos, que se relacionem com a vida e a sociedade de modo geral.

O ensino de Ciências na BNCC está introduzido como um meio essencial para:

[...] o desenvolvimento do letramento científico, que envolva a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências (BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR, 2017, p. 321).

Evidencia-se ainda que no processo de letramento científico se faz necessária a investigação como instrumento de aprendizagem. As Ciências, segundo a BNCC, devem aproximar os alunos do Ensino Fundamental dos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica.

A BNCC está estruturada de modo a promover o desenvolvimento de habilidades e competências ao longo de todo o processo formativo, são objetivos que todos os alunos devem alcançar em cada modalidade de ensino.

A área Ciências da Natureza é formada pelo componente curricular Ciência, o qual está organizado em três unidades temáticas que apresentam a finalidade de assegurar as aprendizagens essenciais da área, são elas: Matéria e Energia, Vida e Evolução, e Terra e Universo.



#### 4-SEQUÊNCIA DIDÁTICA - “EDUCAÇÃO LONGA E PRÓSPERA”

Figura 2- Capa da SD com imagem do DVD original.



Fonte: Montagem de autoria própria.

O título de fantasia “Educação Longa e Próspera” foi criado primeiro por acreditarmos que a formação (aquisição de conhecimentos) só se processa realmente quando passa a fazer parte de toda nossa existência, ao contrário do que acontece com a memorização descartável. Depois, a frase é uma alusão ao bordão do personagem Spock, que representa uma espécie alienígena humanoide fictícia do enredo dos filmes de Star Trek (2009). Uma das características do Spock é seu pensamento lógico e matemático.

Eis o cerne do que fundamenta toda a sequência didática do nosso trabalho.

#### Dois pontos de partida convergentes:

- I- A fala do crítico literário canadense Northrop Frye.  
 “Não importa quanta experiência acumulemos ao longo dos anos, **jamais alcançaremos em vida toda a dimensão da experiência proporcionada pela imaginação**. Só conseguem alcançá-la as artes e as ciências...”. Ou seja, por meio da ficção podemos nos apropriar imaginativamente de situações e conhecimentos que fora de nosso alcance não fosse por ela (FYRE, 2017, p.89).
- II- Pensamento poético de autor desconhecido (atribuído à Poetiza Cora Coralina).  
 Não sei se a vida é curta ou longa para nós,  
 mas sei que nada do que vivemos tem sentido,  
**se não tocarmos o coração das pessoas.**

A ideia é tocarmos o coração dos alunos e estimular a imaginação para assim atingirmos o fim principal que é estimular o gosto pela Física/Ciências e possibilitar, de maneira agradável, o conhecimento das leis de Newton, através da Aprendizagem Significativa.

### **Orientações para aplicação da Sequência Didática em sala de aula.**

Chamaremos as aulas de Missões, para estimular os alunos a “viajarem literalmente nesta experiência-piloto”.

#### **4.0- Resumo da Sequência Didática: (Quadro 1).**

Missões	Duração	Procedimentos e Atitudes
Missão 1-Encantamento e Sondagem:	1 aula	Exposição da organização geral do trabalho e levantamento de concepções alternativas.
Missão 2- Biografia de Isaac Newton	1 aula	Proporcionar aos alunos uma introdução ao tema apresentando uma biografia de Newton com as Leis de Newton e os principais conceitos e leis a ele atribuídos.
Missão 3-Assistir ao Filme Star Trek (2009).	2 aulas	Exibir o filme (ou trecho) de Star Trek (2009) objetivando pôr o aluno em disposição positiva para o aprendizado, sendo o professor o catalisador deste processo.
Missão 4-Aula expositiva - Leis de Newton.	1 aula	Aula expositiva retomando o conteúdo das Leis de Newton, com apresentação de slides, confrontando-os com cenas do filme exibido para facilitar a aprendizagem.
Missão 5- Experimentos.	3 aulas	Vivenciar situações práticas envolvendo os conceitos das Leis de Newton e estabelecer hipótese explicando o fenômeno.
Missão 6- Quiz em forma de jogo de cartas.	1 aula	1) Relacionar a capacidade de fazer associações entre a estrutura cognitiva do aluno e o objeto de conhecimento presente no jogo, de forma que os significados pudessem ser absorvidos. 2) Relacionar o sentido de liderança e trabalho em equipe presentes na nave Enterprise no filme Star Trek com o sentido de liderança e trabalho em equipe na atividade e com perspectivas de que tais sentidos possam ser absorvidos para situações além do ambiente escolar..
Missão 7- Mapas conceituais	1 aula	1) verificar o grau de aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos; 2) esclarecer e organizar visualmente os conceitos trabalhados sobre as Leis de Newton
Missão 8- Construção de maquetes.	2 aulas	O objetivo dessa etapa é desenvolver habilidades para o trabalho em equipe, aproximando a comunicação entre os alunos; compreender conceitos e funcionamento das Leis de Newton a partir da construção de naves e foguetes; estimular a criatividade.
Missão 9- Avaliação final.	1 aula	1-Observação do desempenho qualitativo e quantitativo no decorrer de todas as etapas trabalhadas; 2-Avaliação de respostas de formulário realizado pós sequência didática.

Fonte: de Autoria própria

**(Quadro 2)- Competências e Habilidades.**

COMPETÊNCIAS GERAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA CONTEMPLADAS
<p>3. Valorizar e fluir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.</p> <p>4. Utilizar diferentes linguagens — verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital —, bem como conhecimentos das linguagens artísticas, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.</p> <p>8. Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos, bem como articular, integrar e sistematizar esses fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre várias ciências e área de conhecimento.</p> <p>9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.</p> <p>10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários</p>
HABILIDADES
<p>(EF09CI16)-Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.</p> <p>H16-Identificar e compreender no cotidiano a atuação das Leis de Newton</p>

Fonte: de Autoria própria-adaptado BNCC

**4.1-Missão 1: Encantamento e Sondagem:**

Esse momento é de encantamento, de contar uma história envolvendo os alunos, convidando-os para a aventura da sequência didática. Os alunos devem ser organizados em equipes para a realização dos trabalhos, sendo cada equipe transformada em tripulantes de uma nave onde escolhem inclusive nomes, criando assim um cenário condizente com o projeto.

A aprendizagem Significativa ocorre ancorando o conhecimento novo naquele já existente (MOREIRA, 2011); portanto, é importante que o professor aplique um questionário com o objetivo de fazer levantamento de concepções

alternativas que o aluno possa trazer em relação ao assunto das Leis de Newton e assim nortear as discussões durante o projeto.

**Duração Média:** 1 aula (aproximadamente 50 min)

**Objetivos:** O professor deve expor a organização geral do trabalho, explicando as etapas e os objetivos para o aluno, esclarecendo que cada participante será premiado com pontuação dando ao projeto um ar de etapas de jogo. O professor deve nesse primeiro momento fazer uma sondagem, em forma de teste, para verificar as concepções alternativas já presente nos alunos sobre as leis de Newton.

**Procedimentos:** \*I- organizar a turma em equipes de no máximo 4 (quatro) componentes e solicitar que denominem os grupos de naves com nomes sorteados, correspondentes aos planetas do nosso sistema solar. Se necessário, dependendo da quantidade, incluir até o planeta anão Plutão. Sugerir para cada componente do grupo a escolha de um título de patentes como: Capitão, Primeiro Oficial, Oficial de Ciências, Oficial de Operações, Oficial de Engenharia etc. O objetivo é dar ao trabalho um ar de engajamento com a realidade das naves organizadas no próprio filme Star Trek (2009).

**(Quadro 3): Sugestão de formulário de pontuação durante as etapas:**

Nº.	Equipes de Ciências CMT-IV (2021)	Pontuação - Observações									
Nº	Nome do aluno – Equipe Nave Mercúrio										
	Capitão:										
	Primeiro Oficial:										
	Oficial de Ciências:										
	Oficial de Operações:										
Nº	Nome – Equipe Nave Vênus										
	Capitão:										
	Primeiro Oficial:										
	Oficial de Ciências:										
	Oficial de Operações:										

\*II- Distribuir um formulário de pesquisa para sondagem das concepções alternativas explicando aos alunos da importância deste momento, por fazer parte de uma pesquisa necessária para orientar a evolução dos trabalhos (Quadro 2).

**(Quadro 4) - QUESTIONÁRIO Concepções Alternativas.**

1 - No seu ponto de vista, existe semelhança entre uma maçã caindo e um astronauta em órbita?

2 - Por que a maçã se aproxima (cai) na superfície do planeta, mas o astronauta não?

3 - Você encontrou uma caixa e resolve puxá-la, mas ela não sai do lugar; por que isso acontece?

Marcar apenas uma alternativa:

- a) A sua força foi pequena.
- b) Existe uma força contrária maior.
- c) A culpa é do solo.
- d) Foi o peso que impediu.



4 - Suponha que você esteja pedalando uma bicicleta e resolve frear. O que você imagina que acontecerá com seu seu corpo?

Marcar apenas uma alternativa:

- a) Tanto você como a bicicleta param imediatamente.
- b) O freio joga a bicicleta para trás e me joga para a frente.
- c) Tende a continuar para frente e pode até cair.
- d) Inicialmente fica parado e depois se move lentamente.

5 - Você amarra uma pedra em um cordão e passa a girar por sobre a cabeça.

Repentinamente e sem querer, o cordão se parte. O que acontecerá com a pedra? \*

Marcar apenas uma alternativa:

- a) Faz zig-zag no espaço.
- b) Cai imediatamente na sua frente.
- c) Segue em linha reta, seguindo a direção perpendicular do cordão no momento do corte.
- d) Dá uma volta e cai lá na frente.

6 - O que faz com que o foguete saía da superfície da Terra?

Marcar apenas uma alternativa:

- a) A Terra o empurra para o espaço devido à rotação do planeta
- b) Os gases da explosão do combustível empurram a Terra e a Terra o empurra para o alto
- c) É a gravidade
- d) A força dos motores age dando impulso para ele.

7 - Você é um atleta de karatê e está participando de um campeonato. Você soca o rosto de um adversário, ele cai e você fica preocupado. Ele levanta e diz: "Não se preocupe, meu rosto atingiu seu punho com a mesma intensidade". Essa frase está:

Marcar apenas uma alternativa:

- a) Correta
- b) Errada

8 - Por que os foguetes (e naves espaciais) não precisam de asas?

9 - Colocamos continuamente combustível nos carros e veículos automotores. Como você imagina que poderíamos viajar entre os planetas e explorarmos o universo se não temos postos de combustível no espaço?

#### **4.2-Missão 2- Biografia de Isaac Newton:**

É importante que os alunos tomem conhecimento, mesmo de maneira sucinta, sobre o legado de Isaac Newton e sua teoria que mostrou ser possível prever movimento dos corpos, desde asteroides até o aparecimento das marés, tornando-se um referencial da Física por formular equações matemáticas para a explicação de fenômenos naturais.

**Duração Média:** 1 aula (aproximadamente 50 min)

**Objetivos:** Proporcionar aos alunos uma introdução ao tema, apresentando uma biografia de Newton e os principais conceitos e leis a ele atribuídos.

**Procedimentos:** Imprimir o texto sobre as leis de Newton encontrado no site <https://www.todamateria.com.br/isaac-newton/> (**Anexo 1**). Ler junto com a turma a biografia resumida de Newton e em seguida solicitar que eles anotem no caderno os conceitos encontrados, em seguida fazer pesquisa na internet, como lição de casa, anotando elementos, fatos ou conceitos considerados interessantes e/ou dúvidas.

#### **4.3-Missão 3-Assistir ao Filme Star Trek(2009):**

**Duração Média:** 2 aulas (aproximadamente 100min)

**Objetivos:** “O aluno deve encontrar-se em disposição positiva para aprendizagem significativa” (FERRO, PAIXÃO, 2017, p. 52). A proposta é que o filme Star Trek (2009) possa ser o elemento que coloca o aluno em disposição positiva para o aprendizado, sendo o professor o catalisador deste processo que o levará a construir seu próprio conhecimento, inclusive redirecionando suas concepções prévias.

**Procedimentos:** É importante que em um primeiro momento os alunos assistam ao filme livremente e construa suas próprias concepções sobre o filme, em um segundo momento o professor age como mediador, destacando cenas e problematizando situações a fim de promover o debate principalmente para área das Ciências/Física. A exibição do filme (ou trechos do filme, dependendo da escola ou outra situação): Star Trek (2009). Sobre as intervenções durante a exibição do filme na escola, em sala de aula ou auditório. Primeiro: o filme Star Trek é longo, portanto, o aluno deve ser orientado a assistir ao filme através de alguma plataforma digital como Netflix ou Prime Vídeo. Os alunos devem assistir ao filme, formando suas próprias concepções sobre as Leis de Newton presentes em determinadas cenas, sobre a tecnologia e outros tópicos que considerarem interessante. Em um segundo momento, o professor viabiliza a exibição na escola.

**Outras observações:** Providenciar antecipadamente: notebook com leitor de DVD, aparelho de DVD, data show (ou TV), cabos para conexões de imagem e áudio. O professor deve previamente assistir ao filme de preferência de uma vez, o ideal é que seja adquirida uma cópia original para exibição e também que se planeje com antecedência, testando a exibição, montando o equipamento com antecedência para não ser surpreendido. Verificar cabos de áudio e cabos de conexões se estão funcionando adequadamente, luminosidade da sala etc., evitando assim desperdício de tempo na exibição do filme e até mesmo constrangimento por demonstrar falta de preparo na montagem.

#### **4.4-Missão 4-Aula Expositiva Sobre as Leis de Newton:**

Com slide e discussão apresentar as Leis de Newton, exemplificando-as com cenas do filme exibido. Aqui temos um momento para apresentar o conteúdo, partindo de aspectos gerais, depois ir para o principal que são as leis de Newton, o professor poderá fazer paralelos entre momentos do filme e a nossa realidade, fomentando a interação da sala para dinamizar a discussão, perguntando por exemplo, após cada explanação das leis de Newton, se eles lembram de outras cenas.

**Duração Média:** 1 aula (aproximadamente 50 min)

**Objetivo:** Aula expositiva do conteúdo retomando as Leis de Newton e buscando integração para o entendimento, por parte dos alunos, dos conceitos das Leis de Newton, confrontando-as com cenas do filme exibido para facilitar a aprendizagem.

Figura 3 - Sugestão de cenas do filme para análise em aula.



Fonte: Arquivos do autor.

**Procedimentos:** Nesse momento o professor poderá iniciar com perguntas sobre as Leis de Newton e fazer uma integração com momentos do filme incluindo cenas em seus slides para ajudar o entendimento, principalmente sobre os conceitos físicos



principais postulados nas Leis de Newton. É importante que seja feita uma aula expositiva com uma explanação com slides onde seja passado o conteúdo com as ideias e informações mais relevantes sobre as Leis de Newton.

#### **4.5-Missão 5- Experimentos:**

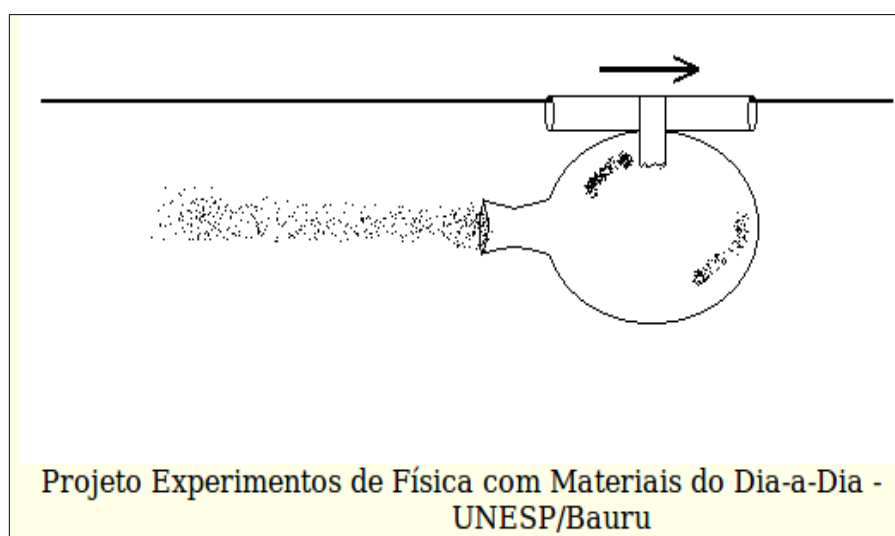
**Duração média total para os dois experimentos:** 3 aulas (aproximadamente 150 min)

**Objetivos:** Vivenciar situações práticas envolvendo os conceitos das Leis de Newton e estabelecer hipótese explicando o fenômeno.

#### **Procedimentos:**

· **Sugestão Experimental 1- Bexiga a Jato**

Figura 4 - Desenho do experimento 1.



Fonte: UNESPBAURU.

**Duração para este experimento:** 1 aula (aproximadamente 100 min):

A realização do experimento é simples e permite que os alunos vivenciem e discutam algumas das teorias físicas relacionadas nas Leis de Newton.

**Recursos:** Uma bexiga, um pedaço de linha, fita adesiva, um canudo, paredes ou colegas segurando a linha.

**Preparação:** As equipes podem apresentar em forma de seminário estabelecendo um tempo para as explicações e no final simular uma competição sobre qual bexiga vai mais longe.

#### **Etapas:**

-Passe a linha pelo canudo

- Prenda cada ponta da linha em uma parede da sala, com uma fita adesiva (ou um colega segurando).
- Coloque também dois pedaços de fita adesiva no canudo.
- Encha a bexiga, com ar, na boca.
- Quando estiver bem cheia, segure o bico para que o ar não escape, prenda-o no canudo, nas fitas adesivas que você colocou anteriormente.
- Solte a bexiga.

### **Questionamentos Guias:**

O que acontece? A bexiga desloca-se rapidamente? Por que isso acontece? A bexiga desloca-se com rapidez quando você deixa o ar escapar por seu bico? É a mesma maneira de funcionamento de um motor a jato? E os foguetes, tem algo em comum?

**OBS:** oriente o alunado a buscar fundamentação na teoria, nos assuntos estudados anteriormente e nas formulações conceituais das Leis de Newton.

Fonte: UNESP/BAURU

<https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>

### **Sugestão Experimental 2- Foguetes de Garrafa Pet (OBA-MOBFOG)**

Este momento pode ser aproveitado para realizar uma oficina de foguetes estimulando assim a participação (ou não) dos alunos nas Olimpíadas Brasileira de Astronomia.

**Duração para este experimento:** 2 aulas (aproximadamente 100 min)

**Recursos:** são necessários muitos componentes para este experimento no (Anexo 3) você poderá encontrar bem detalhado, e inclusive com os links de vídeos e outras orientações.

**Preparação:** o professor deve orientar os alunos em sala de aula, formando equipes de trabalho e embasando o conteúdo nas indicações a seguir. Os endereços dos vídeos podem ser disponibilizados em grupos de alunos (WhatsApp, por exemplo) ou exibidos na turma, caso o professor disponha de tempo e recursos para isso.

**Procedimentos:** As orientações resumidas a seguir no **Anexo 2**, Base lançamento do foguete de garrafa PET e a construção dos foguetes de garrafas PET, podem ser facilmente encontradas nos endereços:

- Construção de Base: vídeo 76 - Construção de Base de Foguete pelo Prof. Dr. Canalle

(coordenador do OBA-MOBFOG) <https://www.youtube.com/watch?v=FWMbhuFbd4c>

- Foguete de Garrafa Pet: vídeo 45 - Foguete de Garrafa Pet Nível 3 da MOBFOG:

<https://www.youtube.com/watch?v=Q9xK0Ccrqyk>

Obs-2 Sugerimos que a base seja feita com 90°, caso o objetivo não seja competir na MOBFOG.

Figura 5 - Professor orientando atividade de lançamento de foguetes garrafa PET.



Fonte: do autor-arquivo pessoal.

#### 4.6-Missão 6-Quiz em forma de jogo de cartas:

Uma atividade com cartas é uma ótima maneira de avaliar e ainda estimular o aprendizado em forma de jogo. Claro que a atividade também deve ter premiação com pontos e não só no jogo, mas em todas as etapas do projeto (Sequência Didática). A proposta é que os alunos construam perguntas em horário extrasala (40 perguntas ao todo, dez para cada integrante da equipe) conhecendo as respostas (utilizando como base o livro texto adotado na escola ou outra fonte indicada por você, professor), sugerimos escolherem as 10 melhores de um jogo em sala de aula.

Figura 6 - Aplicação em sala de aula do Jogo de Cartas (CMT-IV).



Fonte: Arquivo pessoal.

**Duração Média:** 1 aula (aproximadamente 50 min)

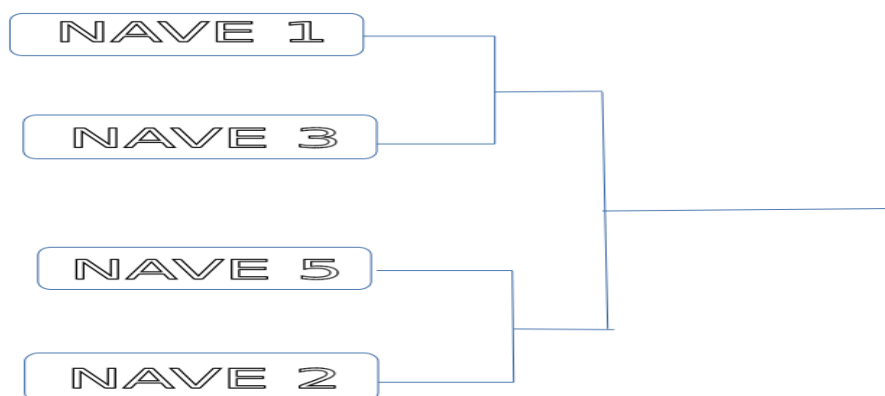
**Objetivo:** Possibilitar aos alunos exercitarem a capacidade de realizar perguntas com o conteúdo das leis de Newton e assim assimilarem melhor o assunto das leis de Newton.

**Procedimentos:** -Após a construção em horário extrasala de aula, as equipes já munidas de seus acervos de perguntas em forma de cartas de baralho, desenvolverem uma disputa (jogo) de perguntas entre as equipes onde o professor mediará o jogo, sorteando qual equipe inicia. As equipes tendem a competir por mais pontos tornando assim bem dinâmico a aprendizagem. Sugerimos, a depender do tempo disponível, fazer o processo de eliminatória pelas equipes. Sorteando o confronto.

-Depois de montada as cartas as equipes vão, sobe a coordenação do professor, desafiarem-se numa disputa de passe e repassa. Mantendo as cartas emborcadas e estando as equipes de cada lado de uma mesa podem ir levantando as cartas e assim perguntando alternadamente cada equipe e buscando acertar a resposta, sendo que a própria equipe adversária afirma se a resposta está certa ou errada. Sendo o professor o juiz da disputa. Estando, claro, o professor livre para elaborar outros processos.

**\*Recursos:** Uma carta de baralho (modelo), cartolina, tesoura, cola, lápis de cor, canetas e perguntas selecionadas e impresas previamente por cada equipe-nave. **\*Preparação:** Cada equipe (com quatro componentes) deve elaborar previamente 40 (cada aluno dez) perguntas, que sugerimos de tamanho pequeno e bem objetivas) sobre as leis de Newton e depois selecionar e as 10 melhores.

Figura 7- Sistema de eliminatória na disputa entre as equipes.



Fonte: Desenho do autor.

#### 4.7-Missão 7- Mapa Conceituais ou Mentais:

Organizar a mente e os conhecimentos é fundamental para obter eficácia nos estudos. O desafio agora é fazer um mapa dos principais conceitos transmitidos até agora que envolvem os estudos das Leis de Newton. Um mapa conceitual criado por Noseph Novak, inspirado na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, é uma representação gráfica dos vários tipos de relações existentes entre determinados conceitos, feito a fim de auxiliar educadores e educandos na estruturação e apreensão do conhecimento.

**Duração Média:** 1 aula (aproximadamente 50 min)

#### **Objetivo:**

- 1) verificar o grau de aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos;
- 2) esclarecer e organizar visualmente os conceitos trabalhados sobre as Leis de Newton

#### **Procedimentos:**

-Após uma breve orientação, pode ser com exibição de vídeos, de como fazer um mapa conceitual ou mental, solicitar a cada aluno a confecção de um, levando em consideração toda a experiência e conhecimento que tenham adquirido na atividade e durante as etapas sobre as leis de Newton nas discussões e trabalhos.

-Após a explicação e tirar as dúvidas de como fazer um mapa conceitual, os alunos devem discutir e elaborar um que represente o entendimento do assunto, claro que esta etapa pode ser feita também de forma individual.

### Sugestão Extra:

-Assista um vídeos como fazer um mapa conceitual/mental (sugestão: <https://www.youtube.com/watch?v=mhQIAv8Av1s>).

-Relacione brevemente os principais conceitos sugeridos: Inércia, Massa, Força, Peso, Balança, Dinamômetro, Grandeza escalar Grandeza Vetorial, Atração Gravitacional, 1ºlei de Newton, 2ºlei de Newton e 3ºlei de Newton.

### Recursos:

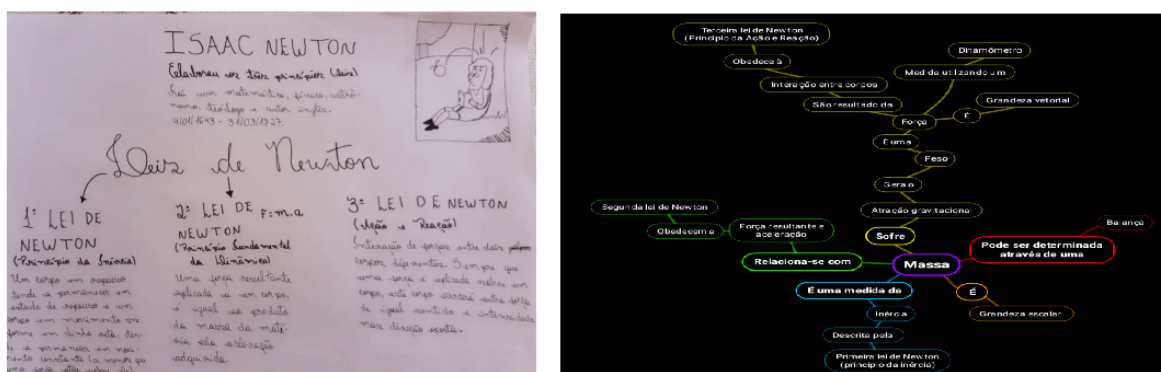
-Caderno, caneta, lápis, livro texto e resumo dos principais conceitos

Obs: Pode ser sugerido também o uso de aplicativos em smartphones com esta funcionalidade.

### Preparação:

-Os alunos, em equipe, devem receber uma orientação de como fazer um mapa conceitual, onde o professor pode demonstrar como fazer um ou sugerir que assistam a um vídeo explicativo no YouTube.

Figura 8-Mapas feitos por alunos do CMT- IV.



Arquivo pessoal.

### 4.8-Missão 8- Construção de maquetes:

“Em geral, a cooperação entre aprendizes promoverá melhores resultados de aprendizagem quando se trata de incentivar uma aprendizagem construtiva ou reflexiva entre os alunos, a partir de situações de aprendizagem concebidas como Problemas” (Bereiter e Scardamalia, 1989; Pozo e Pérez Echeverría,1995).

**Duração Média:** 2 aulas (aproximadamente 100 min)

**Objetivo:** O objetivo dessa etapa é desenvolver habilidades para o trabalho em equipe, aproximando a comunicação entre os alunos; compreender conceitos e



funcionamento das leis de Newton a partir da construção de naves e foguetes; estimular a criatividade, além de exercitar a aprendizagem integrativa.

**Procedimentos:** Sugestão de Título: INDO ONDE NENHUM ALUNO JAMAIS ESTEVE!

**\*Trabalho AVALIATIVO**, em equipe, sobre construção de uma maquete fictícia de nave espacial com sucatas que deverá ser iniciada sua realização em aula no laboratório

-Data de início de construção : (\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_) e concluída em suas residências.

-Data de Apresentação: (\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_).

**Especificações limítrofes:** A nave deve ter no mínimo 25 cm (e no máximo 50 cm) de largura, altura e comprimento.

**Procedimentos para a apresentação:**

-Cada equipe deve pesquisar os tópicos relacionados (indicados a seguir) e os componentes devem se preparar para explicar durante a exposição de suas naves os referidos tópicos:1-Força de atrito com o ar, quando uma nave movimenta-se pela atmosfera;2-Força de sustentação e movimentação para naves, aviões e foguetes dentro e fora de uma atmosfera de planetas ou no espaço sideral;3-Foguetes: Resumo de estruturas e leis de newton envolvidas em sua movimentação no espaço.

**Recursos:** A equipe deve (planejar) relacionando previamente os materiais de sucata diversos e os recursos na forma de uma tabela: EXEMPLO.

Objetivo	Matéria Prima (sucatas)	Ferramentas e materiais
Nave espacial ou Foguete	Canos, garrafas petiz, papelão, isopor, plástico em geral, botões, restos de sucatas eletrônicas, etc.	Cola de papel, cola quente, tesoura, estilete, fitas adesivas, canos PVC, cola super-bond, etc.

**Preparação:**

-Solicitamos aos alunos que, em equipe, façam maquetes de naves com sucatas, objetivando assim aprendizagem sobre aspectos interessantes envolvidos com a física. Por exemplo: sustentação, atrito, viagem no vácuo ou na atmosfera, aceleração etc. Solicitar que os alunos levem diversas sucatas e materiais para confeccionar uma nave ou foguete.



Figura 9 - alunos do (CMT-IV) confeccionando miniaturas de naves SD.



Arquivo pessoal.

### **Sugestão:**

- Sugerimos que o professor aproveite para estimular os alunos a participar de olimpíadas de conhecimento como por exemplo: Olimpíada Brasileira de Astronomia, Olimpíada Nacional de Ciências, Olimpíada Brasileira de Química Júnior, etc.
- Este momento é também uma ótima oportunidade para uma culminância, a depender das programações da escola, para se realizar uma feira de ciências e acrescentar uma mostra dos foguetes e das naves produzidas, etc.

Figura 10-Exposição em feira de ciências das miniaturas de naves produzidas.



Arquivo pessoal.

#### 4.9-Missão 09- Avaliação final:

Toda situação de instrução deve incluir algum sistema que permita avaliar o grau em que se alcançaram os objetivos ou demandas fixados. A avaliação, que não só o professor deveria realizar como também o aluno, pode ser mais formal (por exemplo, mediante um exame) ou informal (através da observação cotidiana, da medição de rendimentos em tarefas habituais, etc. (POZO, 2008, p.62).

Elaborada previamente uma avaliação sobre os conteúdos trabalhados, a fim de verificar os conhecimentos adquiridos e também sobre aspectos do trabalho em geral. Sugerimos uma avaliação individual e depois que eles possam falar livremente sobre o projeto dando ênfase ao que mais lhes marcou.

**Duração Média:** 1 aula (aproximadamente 50 min)

**Objetivo:** Avaliar tanto o nível de aprendizagem em relação aos conteúdos das leis de Newton como também do nível de satisfação.

**Procedimentos:** O professor deve elaborar um questionário, sugerimos que seja com as mesmas questões de levantamento das concepções alternativas realizadas no início do projeto, mas acrescentar outras questões para avaliar as etapas. Avaliação de preferência individual para aferir os conhecimentos adquiridos e se houve aprendizagem.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta sequência tem potencial para favorecer a aprendizagem por usar diversas estratégias que facilitam a aprendizagem, em especial o uso didático do cinema, como base para discussões, experimentos, jogos e mapas conceituais. O cinema funciona como ponte entre conhecimentos prévios e novos permitindo assim, o aprendizado significativo em cognitivos estruturados e integrados às experiências pessoais e coletivas, às competências envolvidas e habilidades adquiridas.

Importante observar que, o filme Star Trek (2009) e toda aventura e cinematografia de efeitos representando momentos de possíveis realidades, pode, despertar o interesse, curiosidade e desejo de gostar de ciência, permitindo que eles, alunos, entendam os conceitos das leis de Newton e talvez, mais importante de tudo, crie subsunções coerentes e desafiadores para as futuras etapas de sua escolaridade no mundo das ciências.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL D.P. (2003). **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. MOREIRA, Marco A. Ensino e aprendizagem significativa. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

BETTS, D. N. **Novos paradigmas para a educação**. Revista do Cogeime, v.13, 1998.

**BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA**. Base nacional curricular comum. Brasília: 2018.

FRESQUET, A. **Cinema e Educação**. Reflexões e experiências com professores e estudantes de educação básica, dentro e “fora” da escola. Belo Horizonte, MG: Autêntica Editora, 2017.

FRYE, N. **A Imaginação Educada**. Tradução: Adriel Teixeira, São Paulo, vide editorial, 2017.

KRAUSS, L. M. **A Física de Jornada nas Estrelas: Star Trek**. São Paulo: Makron books, 1996.

MOREIRA, M. A. **Ensino e aprendizagem significativa**. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, UFMT, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf> . Acesso em: 28 jan. 2021.

POZO, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2008.

SILVA, M. G. L.; NÚÑEZ, I. B. **Concepções alternativas dos estudantes**. Natal: SEDIS/ UFRN, 2007.

**STAR TREK (2009)**; Direção: J. J. Abrams. Produzido por J. J. Abrams e Bryan Burk. Estados Unidos: Paramount Pictures, 2009. 1DVD (126 minutos), color.

**(ANEXO – 1)**

**Isaac Newton** foi um cientista, filósofo, físico, matemático, astrônomo, alquimista e teólogo inglês. Figura multifacetada, foi um dos maiores cientistas da história. Deixou importantes contribuições, principalmente na Física e na Matemática.

Seu método rigoroso de investigação experimental associado a uma precisa descrição matemática, tornou-se um modelo de metodologia de investigação para as ciências.

Famoso por sua "Lei da gravitação universal", enunciou ainda as Leis do Movimento. Descreveu os fenômenos óticos: cor dos corpos, natureza da luz, decomposição da luz. Desenvolveu o cálculo diferencial e integral, importante ferramenta matemática utilizada em diversas áreas do saber. Foi ainda, o primeiro a construir um telescópio de reflexão, em 1668.

Isaac Newton nasceu em Woolsthorpe-by-Colsterworth, uma pequena vila na Inglaterra, no dia 04 de janeiro de 1643. No calendário Juliano, adotado na Inglaterra na época, a data do seu nascimento é 25 de dezembro de 1642.

Foi batizado com o mesmo nome do pai, que havia falecido alguns meses antes do seu nascimento. Como sua mãe, Hannah Ayscough Newton, casou-se novamente e mudou-se para outra cidade, ele foi deixado aos cuidados da avó.

Quando seu padrasto faleceu, ele voltou a morar com a mãe e foi incentivado a cuidar das terras da família. Contudo, não demonstrou nenhuma aptidão para a tarefa. Em 1661 ingressou na Trinity College, em Cambridge. Embora o currículo em Cambridge fosse baseado na filosofia de Aristóteles, Newton se dedicou ao estudo de diversos autores ligados a filosofia mecânica. Leu o livro Diálogo de Galileu Galilei, as obras de filosofia de René Descartes, estudou as leis de Kepler sobre o sistema planetário e muitos outros autores.

Formou-se bacharel em humanidades, em 1665. Neste mesmo ano, a Inglaterra foi devastada pela peste e vários estabelecimentos foram fechados, inclusive a Universidade de Cambridge.

Assim, Newton foi obrigado a retornar para a sua casa na fazenda. Nesse período de isolamento, teve a oportunidade de buscar soluções para todos os questionamentos que havia começado a fazer a partir dos seus estudos em Cambridge.

Nessa época desenvolveu o método das séries infinitas (binômio de Newton) e a base do cálculo diferencial e integral. Fez experiências com prismas, o que o levou a teoria das cores e começou a desenvolver o telescópio de reflexão.

Estudou ainda o movimento circular e analisou as forças relacionadas com esse movimento. Aplicou essa análise ao movimento da lua e dos planetas em relação ao Sol. O que seria a base para a Lei de Gravitação Universal.

Voltando a Cambridge em 1667, Newton torna-se professor e em 1669, é promovido a professor lucasiano de matemática. Foi eleito membro da Sociedade Real em 1672 e apesar da admiração que despertava, seu temperamento retraído e sua dificuldade em receber críticas o fez relutar em publicar seus trabalhos. Apesar disso, em 1687 publica seu livro mais famoso *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Princípios Matemáticos da Filosofia Natural).

Também desempenhou atividades fora do meio acadêmico. Em 1696 foi nomeado superintendente da Casa da Moeda e em 1699 é designado diretor da Casa da Moeda.

Em 1703, Newton é eleito presidente da Sociedade Real, acumulando a presidência com a função de diretor da casa da moeda.

Publicou *Opticks*, em 1704, que alcançou um grande público graças a uma linguagem mais acessível. Em 1705 é sagrado cavaleiro pela rainha Ana, passando a ser chamado de Sir Isaac Newton. Faleceu em Londres no dia 31 de março de 1727 devido a problemas renais.

### As Leis de Newton

As três **Leis de Newton** são teorias sobre o movimento dos corpos descrito por Newton em fins do século XVII, a saber:

- Primeira Lei de Newton: Princípio da Inércia
- Segunda lei de Newton: Princípio da Dinâmica
- Terceira Lei de Newton: Princípio da Ação e Reação

### Obras

Sua obra que merece destaque é "Princípios Matemáticos da Filosofia Natural" (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*) publicada em 1687. Também conhecida como "Principia", é considerada uma das mais importantes obras científicas.

Nessa obra, Newton descreve, dentre outros assuntos (física, matemática, astronomia, mecânica), sobre a "Lei da **Gravitação** Universal".

A Lei de Gravitação Universal enuncia que dois corpos se atraem por meio de forças, e sua intensidade é proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa.

### Outras obras publicadas:

- . Methodoffluxions (1671)
- . Opticks (1704)
- . ArithmeticaUniversalis (1707)
- . The CronologyofAncientKingdomsAmended (1728)

### Frases

"Construímos muros demais e pontes de menos."

"Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes."

"A gravidade explica os movimentos dos planetas, mas não pode explicar quem colocou os planetas em movimento. Deus governa todas as coisas e sabe tudo que é ou que pode ser feito."

"O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano. Mas o que seria o oceano se não infinitas gotas?"

### Curiosidades

Diz a lenda que Isaac Newton formulou a "Lei da Gravitação Universal" ao ver uma maçã cair da árvore.

Newton participou da disputa mais célebre da história da ciência com o matemático alemão Gottfried Leibniz pela criação do cálculo diferencial e integral. Essa disputa durou mais de 20 anos e só muito tempo depois se pode confirmar que eles criaram seus métodos de forma independente.

**Autoria: Rosimar Gouveia (Professora de Matemática e Física)**  
<https://www.todamateria.com.br/isaac-newton>

**(ANEXO – 2)****Base lançamento do foguete de garrafa PET.**

É altamente recomendado ver o vídeo sobre esta construção: [https://www.youtube.com/watch?v=TUD49pRu\\_yI](https://www.youtube.com/watch?v=TUD49pRu_yI)

**A base de lançamento.** A base será construída com 5 canos de pvc marrons de 20 mm de diâmetro, sendo dois pedaços de 20 cm, um pedaço de 25 cm e dois pedaços de 10 cm de comprimento, como mostra a figura 6. Os canos serão conectados entre si usando-se 2 “caps”, 2 “joelhos ou cotovelos” e 1 “tê”, como mostra a figura 7. Os pedaços de 10 cm são conectados num “tê” e nos “joelhos”. Os dois pedaços de 20 cm são conectados nestes “joelhos” e tapados com os 6caps. O pedaço de 25 cm, ou tubo de lançamento, é conectado primeiro no “tê”, depois, colado nos pedaços de 10 cm, inclinado de 45 graus em relação à base. Veja detalhes abaixo. Coloque cola de PVC na parte interna das conexões e nas pontas dos canos que entrarão nelas. Isso facilita a entrada dos canos nas conexões além de colá-las firmemente.

Válvula de pneu de bicicleta. Fure um dos “caps” com o mesmo diâmetro da válvula de pneu de bicicleta. Coloque dentro e fora do “cap” um quadradinho de 2 x 2 cm de câmara de ar de pneu de bicicleta, e atravesse-os pela válvula. Do lado de fora coloque a arruela que já vem com a válvula e sobre esta coloque as porcas que também já vêm com a válvula. Aperte tudo o máximo possível para que o ar não saia. Veja detalhes na Fig. 9. Observação. O furo pode ser feito com um prego bem aquecido. Depois vá alargando lentamente o furo até que o bico da válvula passe apertado pelo furo. Veja detalhes sobre a válvula e o cap no vídeo [https://www.youtube.com/watch?v=TUD49pRu\\_yI](https://www.youtube.com/watch?v=TUD49pRu_yI)

Acessórios. Na Fig. 10 mostramos alguns dos acessórios que serão necessários, tais como, tesoura, régua, vaselina em pasta, esparadrapo de algodão de 5 cm de largura, cola de pvc, caneta que marca plástico, barbante, chave de fenda (a chave de “boca” é mais adequada) e fita adesiva, além do prego aquecido para furar o cap por onde passa a válvula de pneu de bicicleta.

**Colando as conexões.** Para facilitar a colocação das conexões nos canos, sugerimos determinar a profundidade da conexão e marcar esta profundidade nas pontas de todos os canos. A cola deve ser colocada de forma abundante primeiro dentro da conexão e depois na ponta do cano que entrará na mesma, também e forma abundante e homogênea.(Veja a Fig. 11).

O tubo de lançamento. Sugerimos a seguinte sequência de montagem da base. Coloque os caps e os cotovelos nos canos de 20 cm, depois coloque os canos de 10 cm nos cotovelos. Coloque o cano de 25 cm no centro do “tê”. Deixe por último a colocação do “tê” nos dois canos de 10 cm. No centro da base, inclinado de 45o, cole o tubo de lançamento (tubo de 25 cm de comprimento), pois ele fica dentro do foguete. Corte um quadrado de papelão de 20 x 20 cm e em seguida corte-o na diagonal. Use uma das partes como um esquadro para colocar o tubo de lançamento em 45o. Veja na Fig. 12 a base montada, mas faltando a vedação e o gatilho.

Eliminando a folga entre o tubo e a boca do foguete. O diâmetro do tubo de lançamento (20 mm) é ligeiramente menor do que o diâmetro interno do bocal do foguete. Este estará sob alta pressão e não poderá haver vazamento de ar, por isso sugerimos o seguinte procedimento para tirar a “folga” que existe entre o tubo e a boca do foguete. A 8 cm acima do “tê”, ao longo do tubo de 25 cm coloque o anel de um bico de balão de aniversário número 6,5”. Veja detalhe na Fig. 13. Sobre este bico coloque



uma volta completa de esparadrapo de algodão com 5 cm de largura, bem preso ao tubo. Veja a Fig. 14. Lembre-se de passar vaselina ou sabão sobre o esparadrapo e dentro da boca da garrafa antes de fazer esta passar sobre o bico do balão de aniversário que está debaixo do esparadrapo. Esta lubrificação é fundamental.

Gatilho – parte 1. Para que o foguete saia da base somente quando desejarmos, precisamos prendê-lo firmemente à base de lançamento. Para tanto sugerimos colocar 8 abraçadeiras de nylon, com cabeças de 3,6 mm colocadas simetricamente ao redor do tubo de lançamento como mostra a Fig. 15. Note que o “queixo” da cabeça da abraçadeira de está 1 cm acima do bico do balão, logo, o “rabicho” da abraçadeira será de 9 cm, medido a partir do início do “tê”, como mostra a Fig. 15. Estas abraçadeiras de nylon são vendidas em várias dimensões das cabeças e dos respectivos rabichos. O importante é a cabeça ter 3,6 mm, pois o rabicho será cortado com 9 cm de comprimento a partir do “queixo” da cabeça. Para fixar as abraçadeiras de nylon use uma ou duas abraçadeiras de metal que abre até 1 polegada, conforme mostra a Fig. 16. Aperte-a bem com uma chave de fenda, ou melhor ainda, com uma chave de boca.

Gatilho – parte 2. Na Fig. 17 mostramos onde posicionar as 8 “cabeças” das abraçadeiras de nylon sobre o anel de sustentação da garrafa, isto é, o “queixo” das 8 “cabeças” de nylon devem ficar encostadas no anel de sustentação. Porém isso ainda não prende o foguete quando pressurizado na base de lançamento. Para isso corte um pedaço de cano branco, usado nos esgotos, de 4 cm de diâmetro com 4 cm de comprimento e faça dois furos diametralmente opostos, próximos de uma de suas extremidades, como mostra a Fig. 18. Amarre um barbante de 20 cm de comprimento entre estes furos e depois amarre outro com cerca de 4 ou 5 m de comprimento a partir daquele de 20 cm como mostra a Fig. 18. Gatilho – parte 3. A Fig. 19 mostra o anel branco posicionado corretamente sobre as 8 (e não 4 como aparecem nas fotos da Fig. 19) cabeças de nylon, as quais, por sua vez, estão tocando o anel de sustentação da boca da garrafa, isto é, do foguete. Quando pressurizado o foguete, estique o barbante de 4 ou 5 m para trás do foguete e ao final da contagem regressiva puxe o barbante, o suficiente para ele baixar o anel branco. Neste instante o foguete sairá violentamente da base de lançamento. Fixação da base sobre o solo. É fundamental que a base esteja presa firmemente ao solo através de duas ou três estacas metálicas que possam ser enterrados no solo. Recomendamos usar grampos de ferro com o formato mostrado na Fig. 20, com cerca de 15 cm de comprimento e diâmetro de 4 ou 5 mm. Fixe um grampo perto de cada CAP e outro perto da conexão em forma de “T”.

Propelente do Foguete do Nível 3. O propelente do foguete do nível 3 é somente ÁGUA E AR COMPRIMIDO inserido no foguete através de uma bomba de encher pneu de bicicleta. Foguetes com água e ar pressurizado atingem facilmente cerca de 100 metros de distância quando lançados obliquamente, logo, demandam espaços adequados para lançamentos. “Carregando” o foguete do nível 3 com o propelente. Conecte o bico da bomba de encher pneu de bicicleta na válvula que está na base sobre um dos CAPs. Afaste todas as pessoas por cerca de 10 metros atrás do local de onde está o foguete. Não lance o foguete em ruas, avenidas ou praças. Use grandes espaços abertos e vazios, pois este foguete vai facilmente a 100 metros de distância ou mais. Fique atento. Não espere ocorrer acidentes para ser precavido.





