



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO  
PERNAMBUCANO  
LICENCIATURA EM FÍSICA**

**ERISVALDO DE SOUZA ALENCAR**

**PROPOSTA DE ROTEIRO PARA ANÁLISE DE FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA  
PARA USO EM AULAS DE FÍSICA**

**PETROLINA**

**2022**

**ERISVALDO DE SOUZA ALENCAR**

**PROPOSTA DE ROTEIRO PARA ANÁLISE DE FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA  
PARA USO EM AULAS DE FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Petrolina, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador(a): Prof. Me. Cícero Thiago Gomes dos Santos

**PETROLINA**

**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

A368 Alencar, Erisvaldo de Souza.

Proposta de roteiro para análise de filmes de ficção científica para uso em aulas de Física / Erisvaldo de Souza Alencar. - Petrolina, 2023. 66 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina, 2023. Orientação: Prof. Msc. Cicero Thiago Gomes dos Santos.

1. Ensino de Física.
2. Cinema e Educação.
3. Ficção científica.
4. Análise Fílmica.
5. Interestelar. I. Título.

CDD 530.07

ERISVALDO DE SOUZA ALENCAR

PROPOSTA DE ROTEIRO PARA ANÁLISE DE FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA  
PARA USO EM AULAS DE FÍSICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Petrolina, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Cícero Thiago Gomes do Santos (Orientador)  
IFSertãoPE – Campus Petrolina

---

Prof. Dr. Erivelton Façanha da Costa  
IFSertãoPE – Campus Petrolina

---

Prof. Dr. Pedro de Siqueira Campos Filho  
IFSertãoPE – Campus Petrolina

PETROLINA

2022

Aos meus pais, Raimundo e Eunice pelo apoio incondicional.

Aos meus irmãos Ednaldo, Edson e Maria por cuidarem do seu irmão caçula.

Ao amor da minha vida, MaLu.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, e por nunca me deixar desistir em todas as dificuldades.

Agradeço aos meus pais, Eunice e Raimundo, que mesmo sem terem ido à escola sempre apoiaram meus estudos.

Aos meus irmãos Ednaldo, Edson e Maria, que sempre me apoiaram nos meus sonhos.

A Maria Luiza, que além de ser uma namorada incrível, sempre ouvia os resumos dos livros que eu lia. Tem grande paciência comigo e ainda me presenteia com livros sempre que pode.

Ao professor Cícero, que em diversos momentos, mesmo antes de ser meu orientador, me abriu a mente com suas ideias.

Aos meus colegas de curso Ana Paula, Bruna, Ian, Joel, Mateus e Reinan. Sem vocês teria sido puxado aguentar um curso tão complicado.

“A diversidade dos fenômenos da natureza é tão grande, e os tesouros do céu são tão ricos, exatamente para que a mente humana nunca esteja carente de uma renovada nutrição”

Johannes Kepler

## RESUMO

Os filmes de ficção científica ganharam muita popularidade nas últimas décadas, sendo essas obras responsáveis pelas maiores bilheterias dos últimos anos. Na sua gênese, a ficção científica baseia suas histórias em conceitos científicos, e são diversos os exemplos de obras clássicas desse gênero que inspiraram filmes. O Cinema tem a capacidade de tornar visível os conceitos científicos abordados pelo gênero, tornando-se assim um meio lúdico de debater determinadas cenas com caráter científico. Nesse contexto, utilizando os referenciais teóricos Néelson Silva Júnior, Manuela Penafria e Francis Vanoye, foi criado um Roteiro para análise de filmes com o intuito de facilitar o processo de identificação dos conceitos científicos presentes nos filmes de ficção científica. O Roteiro consiste em analisar os Elementos-Chave de uma parte do filme, e partir daí, analisar a Física por trás da cena. O Roteiro possui um Guia de Uso, onde o docente será instruído a como usá-lo. Além disso, aplicando a metodologia ao filme *Interestelar*, é revelada a linguagem educacional que a narrativa do filme possui, bem como os diversos pontos científicos, relacionando-os com conceitos reais.

**Palavras-chave:** Cinema e Educação. Ficção científica. Análise Fílmica. *Interestelar*.



## ABSTRACT

Science fiction films have gained a lot of popularity in recent decades, and these works are responsible for the highest box office in recent years. In its genesis, science fiction bases its stories on scientific concepts, and there are several examples of classic works of this genre that inspired films. Cinema has the ability to make visible the scientific concepts addressed by the genre, thus becoming a playful means of debating certain scenes with a scientific character. In this context, using the theoretical references Néelson Silva Júnior, Manuela Penafria and Francis Vanoye, a script was created for film analysis in order to facilitate the process of identifying scientific concepts present in science fiction films. The Script consists of analyzing the Key Elements of a part of the film, and from there, analyzing the Physics behind the scene. The Script has a Usage Guide, where the teacher will be instructed on how to use it. In addition, applying the methodology to the *Interstellar* film, the educational language that the film's narrative has is revealed, as well as the various scientific points, relating them to real concepts.

**Keywords:** Cinema and Education. Science fiction. Film Analysis. *Interstellar*.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A passagem da Voyager 1 e da Voyager 2 pelos satélites de Júpiter.....	36
Figura 2 – Representação do espaço-tempo em duas dimensões.....	37
Figura 3 – Modelagem do jato de disco do Buraco Negro Messier 87.....	39
Figura 4 – Captura de tela de Gargantua de <i>Interestelar</i> .....	39
Figura 5 – Curvatura da luz e do tempo próximo ao horizonte de eventos de uma estrela.....	42
Figura 6 – Captura de tela das ondas do planeta de Miller em <i>Interestelar</i> .....	43

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 A FÍSICA NA FICÇÃO CIENTÍFICA</b> .....	<b>13</b>
2.1 A FÍSICA NA LITERATURA CLÁSSICA DE FICÇÃO CIENTÍFICA .....	13
2.2 A IMPORTÂNCIA DOS CLÁSSICOS E O USO DA FICÇÃO NA EDUCAÇÃO .....	15
<b>3 CINEMA E EDUCAÇÃO</b> .....	<b>19</b>
3.1 A FICÇÃO CINEMATOGRAFICA NA EDUCAÇÃO .....	19
3.2 DO PASSADO AO PRESENTE: COMO AS MÍDIAS INFLUENCIAM A POPULAÇÃO DURANTE OS ANOS?.....	20
3.3 POR QUE USAR FILMES NA SALA DE AULA? .....	21
<b>4 CRIAÇÃO DO ROTEIRO PARA ANÁLISE DOS FILMES</b> .....	<b>24</b>
4.1 O REFERENCIAL PARA A CRIAÇÃO .....	24
4.2 COMO ESCOLHER O FILME? .....	25
4.3 MANEIRAS DE SEGMENTAR UM FILME.....	27
4.4 ACHANDO OS CONCEITOS CIENTÍFICOS .....	28
<b>5 APLICAÇÃO DO ROTEIRO</b> .....	<b>31</b>
5.1 O GUIA DE USO .....	31
5.2 APLICAÇÃO DO ROTEIRO A <i>INTERESTELAR</i> .....	33
5.2.2 OS BURACOS DE MINHOCA .....	36
5.2.3 OS BURACOS NEGROS .....	38
5.2.4 O PLANETA DE MILLER E O PARADOXO DOS GÊMEOS .....	40
5.2.5 A FÍSICA EXTREMA.....	43
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>455</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>477</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>522</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A ficção científica é um gênero da literatura que baseia as suas histórias em fatos científicos, onde diversos conceitos são abordados, mundos são explorados e não há limitações para a tecnologia e feitos dos personagens. Esse gênero sempre teve muita atenção do público e ganhou ainda mais força com o crescimento do cinema e as diversas adaptações de vários clássicos. Antes dos irmãos Lumière desenvolverem as primeiras projeções de cenas impressionantes que deram origem ao cinema, as técnicas de criar imagens em movimento com sequência de fotografias serviram a propósitos científicos [1] mostrando que a relação entre ciência e cinema existe há muito tempo.

Segundo Duarte [2], o ato de assistir filmes é uma prática social tão importante, do ponto de vista da formação cultural e educacional das pessoas, quanto a leitura de obras literárias, filosóficas, sociológicas e tantas mais. Nesse sentido, o cinema torna-se uma proposta educativa evidente, quando representa um instrumento de mudança social, pelas vias das técnicas e da ciência [3]. Assim, a ficção científica tem uma importância substancial, pois segundo Piassi [4], esse gênero gera aptidões aos estudantes, tais como a criatividade e o pensamento crítico, conceitos considerados importantes na educação científica e que são incentivadas pelo uso da ficção científica.

Tendo em vista o ganho educacional que o uso de filmes nas aulas pode gerar, o trabalho aqui desenvolvido visa deixar o processo de catalogação de cenas com caráter científico mais fácil de ser localizado em filmes, auxiliando o processo de aplicação dessas obras na sala de aula. O método não vai ensinar quais filmes devem ser analisados, mas como selecionar uma obra, destrinchá-la e analisar os conceitos científicos ali presentes. O roteiro desenvolvido pode ser aplicado a quaisquer obras, dando ênfase aos filmes de ficção científica, pois nesses enredos os conceitos que envolvem a ciência aparecem mais facilmente. A ideia é que realizando um processo de decupagem do filme em partes menores, a identificação do momento científico<sup>1</sup> das cenas nos filmes aparecerá de maneira mais fácil.

---

<sup>1</sup> Momento científico são trechos nos filmes em que é citado um termo ou aparece uma imagem que remete à ciência. Em *Interestelar* por exemplo, diversas vezes é falado sobre a Gravidade, sendo esse um termo científico. Em outros momentos é mostrado um Buraco Negro, sendo esse um exemplo de imagem científica.

O motivo da escolha desse tema se dá pelo fato de que muitas obras de ficção científica, como as que serão apresentadas nos capítulos 2 e 3, se basearam em fatos científicos, e que em geral os estudantes não são instruídos a pensar que aquelas cenas vistas nos filmes e séries que eles assistem nos seus momentos de lazer estão relacionadas com os conteúdos que são mostrados em sala de aula. Por isso, vendo o potencial ganho educacional que o cinema de ficção científica pode ocasionar, o roteiro aqui desenvolvido busca meios de facilitar a percepção de cenas com momentos científicos nas obras.

Esta monografia está organizada da seguinte maneira. O capítulo 2 mostrará como a ficção científica se apropriou dos conceitos físicos para criar as narrativas ao longo dos anos. A literatura é uma das bases para criar as obras cinematográficas, por isso, são apresentadas histórias importantes da literatura em que conceitos científicos são abordados e que foram adaptadas ao cinema posteriormente. O capítulo 3 vai tratar sobre uso do cinema e da ficção científica em um contexto educacional; o poder de influência das massas que os veículos de comunicação como o cinema possui, e por fim, fazer análise de temas educacionais abordados no filme *Interestelar*. O capítulo 4 vai mostrar como foi feito o Roteiro para análise fílmica, como ele foi dividido e os por quês. No capítulo 5 há aplicação desse roteiro para o filme *Interestelar*, e análise dos temas abordados no filme. Em anexo, além de conter o Roteiro, há também um guia de uso e aplicação de forma mais sucinta dele para *Interestelar*.

## 2 A FÍSICA NA FICÇÃO CIENTÍFICA

### 2.1 A FÍSICA NA LITERATURA CLÁSSICA DE FICÇÃO CIENTÍFICA

Em *A Divina Comédia*, Dante Alighieri [5] põe a Terra imóvel no centro do Universo e todos os outros corpos celestes conhecidos até o século XIV – cujo movimento era calculado com precisão pelos epiciclos postulados por Cláudio Ptolomeu – faziam parte dos diferentes níveis do Paraíso. No século XVII, Johannes Kepler reformulou as propostas de Ptolomeu e posteriormente, quando já era um reconhecido astrônomo, criou uma das primeiras obras de ficção científica: *Somnium*. *Somnium* ou “O Sonho”, narrava uma jornada até a Lua, onde os passageiros espaciais ficavam de pé no solo lunar, observando o planeta Terra girando no céu acima deles [6]. *A Divina Comédia* e *Somnium* são obras antigas e famosas que na sua narrativa possuem algum tipo de argumento científico, mesmo que em ambos os livros os conceitos usados tenham se demonstrado incorretos no decorrer do tempo.

Ao longo dos anos diversas obras de ficção científica surgiram abordando diferentes temas. Inspirado na Guerra de Secessão, Júlio Verne [7] escreve uma história em que oficiais do exército desejam atirar uma bala de canhão na Lua, e para isso, o autor usa diversos argumentos plausíveis para tornar essa missão crível. Nos trabalhos de Júlio Verne em geral é possível achar diversos aspectos que são características favoráveis para a divulgação científica, apresentação de conceitos e a contextualização com diversos conteúdos [8]. Assim como Verne e Kepler criaram obras revolucionárias que propunham a ida do homem à Lua, algum tempo depois surgiu H. G. Wells sendo o primeiro a propor em seus livros conceitos como a invisibilidade, bomba atômica, raios lasers e uma máquina que viaja no tempo. Das obras de Wells cabe um destaque especial para o livro *A Máquina do Tempo* de 1895, onde Wells [9] descreve o tempo como uma dimensão, conceito que foi amplamente difundido na Teoria da Relatividade Espacial de Albert Einstein uma década depois.

Antes de criar as narrativas ficcionais sobre robótica, no ano de 1950 Isaac Asimov publicou o seu primeiro romance, onde a narrativa girava em torno de como a humanidade tinha deixado resíduos radioativos com o uso das bombas nucleares. Asimov [10, 11] mostra primeiro os efeitos da radiação em *Pedra no Céu*, e em *O*

*Fim da Eternidade*, com o acréscimo da viagem no tempo, cria uma narrativa em que para os seres humanos se salvarem é preciso entregar uma mensagem para Enrico Fermi no passado, ajudando-o a desenvolver um reator nuclear, porque só assim a humanidade poderia ser salva no futuro. Como já mencionado, Asimov ficou conhecido por suas histórias falando sobre os robôs, onde ele mostra diversos conceitos e até criou termos como *robótica*. Asimov com a *Série de Robôs*, *Eu, Robô* e a trilogia da *Fundação* teve grande influência nas bases da ficção científica que foram lançadas no cinema a partir da década de 1970 com a estreia de *Star Wars: Episódio IV - Uma nova esperança* [12] e *Alien: o 8.º passageiro* [13]. No primeiro filme era possível ver uma trama política referente ao império e diversas cenas de viagens espaciais, e no segundo além da viagem espacial tinha-se o primeiro androide famoso do cinema.

Assim como Asimov foi inspirado pela criação das bombas nucleares para escrever alguns dos seus livros, Arthur C. Clarke usou da corrida espacial como base para escrever algumas de suas mais famosas obras. Em *O Fim da Infância*, Clarke [14] apresenta uma história em que vai chegar uma época em que não nascerão mais seres humanos e que em dado momento, um personagem viaja clandestinamente em uma nave espacial que se move perto da velocidade da luz, e quando ele volta para a Terra, devido aos efeitos relativísticos decorrentes de uma viagem próxima a velocidade da luz e o fato de não nascer mais bebês, o personagem torna-se o último ser humano vivo. Em o *Encontro com Rama*, Clarke [15] apresenta uma narrativa em que um objeto muito grande aparece próximo a órbita de Vênus e como o objeto é grande e não deforma o espaço, os astrofísicos do livro chegam à conclusão de que aquele é o primeiro sinal de vida inteligente na criação de mundo daquela história. A criação de gravidade nas naves, bem como alguns movimentos que os astronautas realizam durante a exploração são baseados em argumentos físicos que são explicados pelo autor. Os efeitos gravitacionais sobre os personagens também são muito aplicados em *2001: Uma Odisseia no Espaço*, onde Clarke [16] usa a gravidade como estilingue para acelerar as naves espaciais, semelhante ao que aconteceu com as *Voyager 1* e *2* ao passar por Júpiter.

A história do livro *2001: Uma Odisseia no Espaço* é curiosa. Stanley Kubrick dirigiu o filme *2001: Uma Odisseia no Espaço* [17] e para escrita do roteiro ele teve a ajuda de Arthur C. Clarke e, só depois disso é que o livro foi concluído. O filme e o

livro foram sucessos e muito disso é devido ao visual exposto por Kubrick na direção. Quando se mostrava cenas do espaço não havia sons, e quando o astronauta saía da nave, só se ouvia o som da respiração, pois o diretor coloca o telespectador na visão do astronauta. O fato do som não se propagar no vácuo do espaço é um fato que muitas vezes não é respeitado nas películas cinematográficas, mas que Kubrick representa muito bem nas cenas de *2001*. Além disso, cabe ressaltar que o movimento dos astronautas em gravidade zero também é um aspecto muito parecido com o que acontece aos astronautas na vida real. Por esse esmero, *2001: Uma Odisseia no Espaço* tornou-se uma das obras primas do cinema.

O ano de 1968 foi muito bom para a ficção científica no cinema, vide que além de *2001: Uma Odisseia no Espaço*, no mesmo ano foi lançado *O Planeta dos Macacos* [18]. Nesse filme é mostrada a história de um astronauta que ao passar certo tempo viajando em velocidades muito altas pelo espaço cai em um planeta habitado por macacos, e no final, descobre-se que devido a relatividade, o tempo do astronauta desacelerou enquanto a humanidade se sucumbia, e que na verdade ele tinha pousado na Terra do futuro. O filme é baseado em um livro de mesmo nome, onde o autor francês Pierre Boulle mostra conceitos ainda mais complexos ao falar sobre Betelgeuse, viagens espaciais e formas de aprender outras línguas. Em dado momento, para explicar o conceito de dilatação temporal, Boulle [19] escreve que quando os astronautas chegarem à velocidade da luz menos  $\epsilon$ , que é uma quantidade infinitesimal, o tempo deles passará de forma diferente, haja vista que as batidas do coração deles coincidirão com uma duração terrestre de vários anos.

## 2.2 A IMPORTÂNCIA DOS CLÁSSICOS E O USO DA FICÇÃO NA EDUCAÇÃO

Os dois filmes supracitados nos últimos parágrafos são baseados em obras clássicas da ficção científica. Segundo a definição de Calvino [20], os clássicos geram uma inovação relevante no seu meio, perduram e continuam sendo usados como referência ao longo dos anos e influenciam outros campos da cultura, além daquele onde ele foi produzido. Por essa definição, *2001: Uma Odisseia no Espaço*, *O Planeta dos Macacos*, os livros do Asimov e demais obras citadas anteriormente



possuem o valor de clássicos. Quando se vai fazer um filme sobre espaço é impossível fugir do que foi feito por Kubrick e Arthur Clarke em *2001*, bem como não se pode criar uma história sobre robótica sem usar os conceitos estabelecidos por Asimov. Autores como Cândido [21] defendem que as obras literárias tidas como clássicas devem ser mostradas em sala de aula, não só os livros, mas também os filmes, vide que, o cinema possui sentido inovador e pode causar reflexão e propiciar uma experiência profunda ao telespectador.

Como dito, os clássicos causam grande influência no seu meio cultural. Muitos textos de ficção científica com o passar do tempo tornaram-se bastante precisos. Foram surgindo então obras ainda mais precisas e que não usavam somente a Física para validar os acontecimentos. Nesse caso, o livro mais famoso e que posteriormente virou um filme foi *Perdido em Marte*. Andy Weir [22] mostra a história do astronauta Mark Watney, que após uma tempestade de areia fica preso em Marte e precisa usar seus conhecimentos de Física, Botânica, Astronomia e Engenharia para sobreviver. Ao explicar sobre o livro, o astronauta Chris Hadfield, comandante da Estação Espacial Internacional disse: “Não consegui largar esse livro! É rara a combinação de uma ótima trama original, personagens incrivelmente reais e uma precisão técnica fascinante” [22]. Dirigido por um dos mais renomados cineastas do seu tempo, Ridley Scott, o filme *Perdido em Marte* [23] conta com uma narrativa similar ao que é mostrado no livro, com grande perfeição ao retratar como seria ter que sobreviver em Marte.

*Perdido em Marte* é um dos vários exemplos de obras de ficção científica que a sua narrativa é envolta de fatos científicos. Dentre os filmes de ficção científica existem duas linhas que podem ser abordadas. *2001: Uma Odisseia no Espaço* e *Interestelar* são mais dois exemplos paradigmáticos de uma dessas linhas que tentam apresentar a maior verossimilhança possível na sua narrativa, havendo apenas alguns momentos de licença poética para a extrapolação de alguns conceitos para que a narrativa da história possa prosseguir. Outras obras, porém, seguem um caminho mais lúdico, em que os argumentos físicos estão nas entrelinhas e só podem ser observados por alguém mais atento. Um exemplo disso pode ser notado em *Vingadores: Ultimato* [24], onde a viagem do tempo e o multiverso que eles usam leva em conta conceitos da física quântica, muito semelhante à maneira como Richard Feynman expressou a teoria quântica, que como Stephen Hawking [25] explica, Feynman considerou a hipótese das histórias

alternativas para explicar que o universo possui todas as histórias possíveis, cada uma com uma probabilidade.

As duas abordagens para a ficção científica são válidas e possuem poder de chamar a atenção do público para os conceitos físicos. Hawking [25] lembra do grande sucesso que foi *De Volta Para o Futuro* quando Marty McFly transformou o namoro dos pais em uma história mais bem-sucedida. Hawking [26] faz menção ainda a célebre série *Jornada nas Estrelas*, questionando-se como o futuro da humanidade pode ser próximo ao que é desenvolvido nessa história. Nessa mesma linha de história, vale a ressalva para o astrofísico Carl Sagan, que além de roteirizar e apresentar a série de tevê *Cosmos*, ainda criou uma narrativa intrigante a respeito de como os seres humanos entrariam em comunicação com seres extraterrestres no livro *Contato* [27].

É possível ver que a Física está presente nas histórias de ficção científica. Tendo em vista esse fato, diversos autores trataram sobre como aplicar o que é visto na ficção científica em sala de aula [28, 29, 30, 31]. Como aponta Piassi e Pietrocola [32], a ficção científica é mais do que um possível recurso didático para facilitar o aprendizado de ciências, pois ela é uma modalidade de discurso sobre a ciência por meio do cinema e da literatura. Os autores ainda dizem que mesmo havendo tantos ganhos educacionais com o uso de obras de ficção científica no âmbito educacional, a análise fílmica ainda dá mais enfoque em apenas mostrar as coisas reais e as extrapolações da ciência. Os exemplos de obras citadas anteriormente mostram vários filmes e livros que abordam diferentes temas que podem vir a ser usados como material didático ou como o meio de elucidar alguma questão. O próprio filme *2001: Uma Odisseia no Espaço* ao mostrar os astronautas em gravidade zero poderia ser fonte de discussão de conceitos ligados à inércia, referenciais, gravitação e ação de forças; e logo após análise das cenas do filme as atividades que são sugeridas nos livros didáticos poderiam ser feitas usando os recursos visuais das cenas como um exemplo visual.

O uso da ficção científica não se restringe apenas às aulas de Física. Além dos enredos futuristas, mais conhecidos como os mundos *cyberpunk*<sup>2</sup>, temos as histórias que são baseadas nas épocas em que os autores estavam envolvidos. Arthur Clarke viveu durante a Guerra Fria, onde a corrida espacial era intensa, então

---

<sup>2</sup> Cyberpunk é um subgênero da ficção científica, conhecida pela alta tecnologia e baixa qualidade de vida, e toma seu nome na combinação do estilo “punk” e da cibernética.

suas histórias retratam na maioria das vezes conceitos espaciais. Do mesmo modo, Isaac Asimov usou da evolução das máquinas para criar a *Série dos Robôs* e Andy Weir, vendo a intensa exploração em Marte, com muitos envios de sondas para investigar o Planeta Vermelho, resolveu explorar como seria sobreviver em Marte. A ficção científica se baseia na época em que a sociedade está inserida, reunindo argumentos para criar narrativas que vão além do que a maioria dos seres humanos podem vivenciar.

### 3 CINEMA E EDUCAÇÃO

#### 3.1 A FICÇÃO CINEMATOGRAFICA NA EDUCAÇÃO

Os diversos meios de comunicação, dentre eles o cinema, possuem um papel importante no cotidiano das pessoas, influenciando o comportamento, a maneira de se vestir, dentre outras coisas. Neil deGrasse Tyson, astrofísico e apresentador de uma das temporadas da série Cosmos, diz que as pessoas que controlam a mídia aumentaram a cobertura a respeito dos acontecimentos do Universo e isso se deu devido ao aumento do apetite popular pela ciência, que está ligado a grandes obras de ficção científica que se tornaram populares nos últimos anos [33]. Essas obras que levam o público ao cinema estão baseadas em conceitos científicos, às vezes extrapolando-os e em outras respeitando. O fato de conceitos científicos serem a base das narrativas de obras que levam milhares de pessoas ao cinema permite que professores possam usar tais obras como recurso didático para aplicação de determinados conteúdos nas aulas.

O cinema propriamente dito, mesmo com grandes bilheterias, perdeu certa relevância nos últimos anos. Segundo Chao et al. [34], o *streaming* via internet é uma nova forma das pessoas assistirem filmes sem ir ao cinema, proporcionando uma comodidade aos espectadores. Isso não significa a morte do cinema tradicional, pois a maioria dos filmes são lançados primeiramente no cinema e posteriormente vão parar em alguma plataforma de *streaming*. A questão dos *streamings* na verdade dá uma abrangência maior para o termo cinema, pois as obras cinematográficas podem ser encontradas também nesses locais. Outro ponto importante é que essas plataformas permitem uma maior facilidade para encontrar certas obras, o que de maneira geral facilita o contato do público com determinados filmes. A facilidade que as plataformas de *streaming* trazem permite que o público tenha contato com todo tipo de história, facilitando assim o trabalho dos professores que desejam usar filmes para elucidar algum conteúdo.

Segundo Penafria [35], a análise fílmica está presente em vários discursos sobre filmes, sejam eles de caráter publicitário, uma linha de diálogo, um discurso monográfico ou mesmo um estudo acadêmico. No âmbito educacional, Piassi e Pietrocola [32] citam que o uso de filmes nos dá duas possibilidades: as imprecisões que violam alguma lei ou as ideias que são constituídas pelas especulações.

Apesar de existirem diversos estudos sobre o uso de obras cinematográficas como recurso didático, não há uma metodologia universal devido aos enfoques que podem ser dados na análise. Os filmes envolvem muitos elementos das artes tradicionais e isso torna a análise fílmica um processo complexo, com camadas e camadas de interpretação e análise possíveis, ao passo que o sucesso dos métodos de análise vai depender do quão informado é o docente a respeito das obras que já foram lançadas ao longo dos anos e das possibilidades que o método escolhido para análise pode propor. Considerando que o cinema existe há mais de cem anos e pelo número de filmes que são lançados todos os anos, tem-se aí um número de obras extremamente grande com potencial didático.

### 3.2 DO PASSADO AO PRESENTE: COMO AS MÍDIAS INFLUENCIAM A POPULAÇÃO DURANTE OS ANOS?

Quando o cinema surgiu, por volta de 1895, ele estava envolto de outras culturas, como os espetáculos de lanterna, peças de teatro, os cartuns e outras formas de arte que logo no início do século XX viram o cinema inaugurar a predominância da imagem [36] em relação a outras formas de arte. Segundo Kornis [37], não é possível ignorar o impacto cultural pela criação e difusão do cinema, que ao longo do século XX tornou-se um objeto industrial essencial para a criação de conteúdo destinado às massas.

Os irmãos Lumière, integrantes da equipe que ajudou a criar o cinema, defendiam a imagem cinematográfica como testemunha ocular e infalível, capaz de controlar a tradição oral [37]. De certa forma a afirmação se provou verdadeira, vide o grande sucesso que as obras cinematográficas e programas de televisão tiveram ao longo do tempo, deixando o rádio com uma parcela menor do público. No entanto, usando um programa de rádio como exemplo podemos mostrar a forte influência da mídia em geral sobre o pensamento das pessoas. Na noite de 30 de outubro de 1938, o ator e diretor, Orson Welles, adaptou trechos do livro *A Guerra dos Mundos*, de H.G. Wells em uma rádio americana, causando pânico nos ouvintes, pois acreditou-se que havia ali uma invasão extraterrestre [38]. Tal fato serve para demonstrar a força que os veículos de comunicação em massa têm ao passar uma informação. No contexto atual, em que as mídias estão espalhadas e são difundidas

mais facilmente do que na época de Welles, temos o cinema como um meio de criação de fantasia e da ilusão que impactam na compreensão, conhecimento e na formação ideológica de indivíduos e de grupos [39].

Em um trabalho de 2016, Zierhut e Lunkes [40] fizeram um levantamento que mostrava que das 15 maiores bilheterias de todos os tempos no mundo, 12 haviam sido lançadas entre os anos de 2011 e 2015. Nos anos de 2018 e 2019 foram lançados os filmes *Vingadores: Guerra Infinita* [41] e *Vingadores: Ultimato* [24], em que a narrativa do segundo era uma sequência direta dos atos que ocorreram no primeiro filme, e somando as bilheterias, chegava-se a um valor próximo aos 5 bilhões de dólares. Esses fatos servem para demonstrar o interesse do público pelo cinema em geral e, olhando para o enredo das histórias, nota-se um aumento do interesse popular por obras de ficção científica e aventura. Mesmo com pequenas incongruências a respeito da linha do tempo na qual os personagens estão situados, *Vingadores: Ultimato* trata sobre viagem no tempo e usa conceitos da física atômica para validar, mesmo que de forma lúdica, a viagem no tempo.

### 3.3 POR QUE USAR FILMES NA SALA DE AULA?

Nos filmes dos *Vingadores*, já citados anteriormente, temos um exemplo de conceitos físicos abordados superficialmente. No entanto, existem diversos outros filmes, conhecidos e não tão conhecidos, que abordam temas educacionais com maior grau de verossimilhança. O exemplo máximo nesse quesito é o filme *Interestelar* [42], que contando uma história em que os seres humanos precisam colonizar um novo planeta para escapar da extinção mostra cenas em que questões científicas são abordadas – tais cenas foram vistas após a aplicação do roteiro. *Interestelar* traz desde cenas específicas onde em uma linha de diálogo pode ser percebido um conceito científico, passando por trechos em que se aborda fatos históricos, até chegar a uma simulação praticamente exata de um buraco negro. Outras obras talvez não tenham tantos pontos assim a serem trazidos para um contexto de sala de aula, porém há diversas maneiras de se aproveitar, principalmente voltando isso para o ensino de Física.

Para Moreira [43], o ensino de física está em crise, ocasionado tanto pela redução na carga horária das aulas, quanto pela falta de profissionais qualificados, e

ainda pelo fato de as escolas obrigarem os alunos a treinarem para fazer provas. O autor ainda cita que o tipo de aula, mesmo em uma sociedade modernizada, ainda segue os padrões tradicionais; os professores não participam da pesquisa em Física e isso impacta na qualidade das aulas. Por isso, se faz necessário usar dos recursos que a modernidade traz como um meio de auxílio para fugir da comodidade que a educação tradicional proporciona.

Ao responder à pergunta: Por que usar o cinema na sala de aula? Carmo [44], explica que pela natureza efetiva do cinema, as portas da percepção e descobertas dos conteúdos das diferentes disciplinas são abertas, fazendo o aluno se interessar pelo conhecimento, de modo mais vivo e interessante que no ensino tradicional. Como cita Adriana Fresquet [45], com o cinema como parceiro, a educação se inspira e provoca as práticas pedagógicas esquecidas, usando as histórias de “faz de conta” e a imaginação como um meio sensível de produção intelectual do conhecimento.

A inserção do cinema no cotidiano educacional não é recente. Como lembra Silva [46], desde a década de 1920 já se discutia a possibilidade de uso das obras cinematográficas para fins educacionais. A autora ainda cita que no ano de 1936 foi criado o Instituto Nacional de Cinema Educativo (INCE) – órgão criado pelo Governo Federal – ao passo que as discussões sobre o uso de obras cinematográficas voltadas para a educação se intensificaram. A INCE realizou em torno de quatrocentos curtas-metragens, sendo que quase um terço foram voltadas para temas de educação científica e de divulgação de ciência e tecnologia [47].

Ao longo do tempo, os modos de adquirir informação evoluíram, e nos dias de hoje, a maioria das pessoas podem ter acesso rápido e fácil a qualquer tipo de informação a qualquer hora. O cinema foi uma das indústrias que mais cresceu à medida que as pessoas aumentaram a sua participação nas mídias sociais. Uma prova disso é que as duas maiores bilheterias do cinema aconteceram nas últimas duas décadas com *Avatar* [48] e *Vingadores: Ultimato* [24]. O que esses dois filmes têm em comum além do sucesso de bilheteria é o fato de que ambos são obras de fantasia<sup>3</sup> com ficção científica. Nesse caso, vemos que o público está se interessando por esse tipo de obra que em sua gênese usa argumentos científicos para criar sua narrativa.

---

<sup>3</sup> Por definição, a fantasia possui elementos imaginários e sobrenaturais. Aquelas obras em que os personagens possuem poderes fazem parte do gênero fantasia.

Se o público está interessado nesse tipo de história, usar a influência dos filmes pode ser um recurso pedagógico útil aos docentes. Segundo Suely Araújo [3], desde os primórdios do cinema a indústria sempre foi tida, inclusive pelos produtores e diretores, como um poderoso instrumento de educação, e isso se confirma com órgãos como a INCE. Mesmo que o roteiro para análise fílmica aqui proposto seja destinado principalmente para os filmes de ficção científica, é nítido que a linguagem das obras – como o que será demonstrado na narrativa de *Interestelar* – podem ser aplicadas a outras matérias, dando mais serventia para as obras cinematográficas no âmbito educacional.



## 4 CRIAÇÃO DO ROTEIRO PARA ANÁLISE DOS FILMES

### 4.1 O REFERENCIAL PARA A CRIAÇÃO

O início da pesquisa para a criação do roteiro começou pela revisão de trabalhos que fazem análises fílmicas. O material base para a primeira análise foi *Ensaio sobre análise fílmica* de Vanoye [49], onde o autor descreve os processos técnicos para a análise fílmica, evidenciando que o Analista tem que ser ativo e racional, submeter o filme a suas análises, se distanciar da obra e levantar hipóteses sobre o que está sendo analisado. Apesar da análise de Vanoye ser sobre a parte técnica da montagem dos filmes, alguns passos que ele utiliza foram adaptados para a criação do roteiro, tais como: “tiro informações parciais, isoladas, de um filme para relacioná-las com informações extratextuais (biográficas, sociológicas ou históricas, estéticas) a fim de construir minha história, minha descrição, minha tese” [49].

Pegar informações parciais como sugere Vanoye vai ao encontro do trabalho de Manuela Penafria [35], que em *Análise de Filmes-conceitos e metodologia (s)*, sugere que para fazer uma boa análise fílmica é preciso dividir a obra em partes. Esse conceito de dividir o filme em partes torna mais fácil obter informações parciais e isoladas, sendo um meio de complementar a proposta de Vanoye. Outra possibilidade é que ao segmentar o filme, ter-se-ia parcelas menores da obra para serem analisadas, e por consequência haveria possibilidades de uso para cada parte.

Uma vez estabelecida a segmentação dos filmes, veio à tona qual seria a estrutura e quais informações seriam necessárias para análise. O modelo e o esquema de cores para a criação do roteiro foram baseados no trabalho de Silva Júnior [50], onde ele apresenta uma ficha e faz uma análise sobre os filmes *Anjos e Demônios* e *o Nome da Rosa*. Apesar da inspiração na estrutura, há muitos passos diferentes nesta elaboração. No roteiro aqui elaborado, as informações técnicas requisitadas são as mesmas que servem para gerar a referência do filme nas normas ABNT. Das questões referentes à análise fílmica, não será feita uma análise da obra por completo, mas sim, resumos das partes do filme. Nesses resumos serão encontrados os Elementos-Chave<sup>4</sup> em falas ou imagens que remetem a conceitos

---

<sup>4</sup> Os Elementos-Chave são falas ou imagens que diretamente remetem a algum conceito científico. As falas envolvem diretamente algum termo científico sendo dito.

científicos. Por fim, os Elementos-Chave deverão ser descritos como estão apresentados no filme, para que assim haja uma comparação entre o conceito real e o que está sendo mostrado ou falado.

Quando o roteiro foi finalizado, foi escolhido o filme *Interestelar* para a aplicação. Por meio da análise, foi constatado que em *Interestelar* além de conter diversos pontos científicos a serem abordados, possuía também uma linguagem que tratava de temas educacionais, alinhando acontecimentos históricos à sua narrativa. A seguir, iremos detalhar o processo de preenchimento do Roteiro por nós desenvolvidos (vide Anexo). Ou seja, quais os passos e as diretrizes que o professor deve tomar ao preenchê-lo.

#### 4.2 COMO ESCOLHER O FILME?

O primeiro passo para escolher um filme com o intuito de usar em aula é relembrar as produções que você já assistiu. O método aqui apresentado vai precisar de conhecimentos prévios sobre cenas de filmes, ou em alguns casos mais específicos, sobre como se deu a montagem daquela obra. É importante lembrar que a maioria dos filmes podem ser usados com algum caráter educacional. Como o intuito principal é aplicar cenas de filmes à Física, vamos reduzir o escopo para aquelas obras com temática científica, onde conceitos relacionados à ciência estão mais presentes. Por isso, a preferência pelo gênero de ficção científica, pois, na maioria das vezes, as narrativas estão ligadas a conceitos. Ainda assim, cabe lembrar que, mesmo os filmes que fogem à temática de ficção podem conter cenas específicas com potencial uso e o roteiro proposto vai identificar essas cenas, e a partir daí, vai do professor buscar maneiras de como usar essas cenas em sala de aula. Os métodos aqui apresentados nortearão o processo de escolha dos elementos-chave presentes nas cenas, com o exemplo de uso de cenas científicas e não científicas com os alunos.

No gênero de ficção científica existem vários tipos de obras que podem ser utilizadas com diferentes finalidades. A pergunta a ser respondida é, qual o nível de cientificidade do filme que você pensa em usar? Para que o filme possa ser aplicado é importante distinguir o grau de ciência que esse filme possui. Filmes como *Titanic* [58] que fogem do gênero de ficção científica e que não trata diretamente de fatos

científicos possuem uma cientificidade baixa, porém, na cena específica em que Rose está em cima de uma tábua e Jack não sobe nela, e por consequência acaba morrendo, pode ser um ponto de discussão. Jack sobreviveria junto com Rose naquele pedaço de madeira? Relacionando o que foi visto no filme, têm-se um problema relacionado ao Princípio de Arquimedes [51] que o professor poderá iniciar uma discussão sobre como os barcos e alguns materiais não afundam, tendo a cena como um gancho para gerar discussão.

Há filmes em que a história é norteadada por fatos científicos, mas em algum momento há um acontecimento de Física Extrema<sup>5</sup>. Em síntese, a maioria das obras de ficção científica são baseadas nesse tipo de história, sendo algumas com conceitos mais extremos e outras menos. A discussão do nível de cientificidade do filme é de fundamental importância para uma análise correta da obra aplicada. Fica claro que ao escolher filmes com pouca argumentação científica, você estará limitado a usar cenas específicas contendo trechos curtos. No entanto, se o desejo for mostrar cenas em que a Física não é seguida e, partindo daí, criar uma intervenção e propor uma solução para aquele erro, as cenas curtas de filmes com grau científico baixo serão perfeitas. Claro que ao mostrar cenas curtas em que um conceito físico é aplicado de forma correta e, após isso, começar as explicações em sala de aula, também são uma forma válida de uso desses filmes que tem a ciência como foco principal da narrativa.

Existe uma gama de filmes de ficção científica que usam muitos conceitos físicos, mas que em dado momento acrescenta algum conceito extremo. A aplicabilidade para esse tipo de filme aumenta, vide que há coisas reais e extremas. Então, pode ser trabalhada tanto as questões de verdadeiro e falso a respeito das cenas que são mostradas, bem como o uso dessas cenas como um recurso visual para apresentar algum conceito. Portanto, os filmes que possuem alto grau de cientificidade são excelentes para mostrar de forma visual e lúdica os conceitos que só são vistos teoricamente. Assim, saber o que quer mostrar e por consequência, saber o nível científico do filme ou cena que será mostrada é de suma importância para uma boa análise.

---

<sup>5</sup> O termo Física Extrema é usado em *The Science of Interstellar* [52] por Kip Thorne, produtor de *Interstellar*, ao falar sobre a Física especulativa.

### 4.3 MANEIRAS DE SEGMENTAR UM FILME

O grau de cientificidade serve apenas para nortear na escolha do filme e quando este for escolhido, começa a análise propriamente dita. Como os filmes possuem uma narrativa que em geral leva mais de uma hora para ser concluída, o ideal é separar o filme em segmentos. Como já citado anteriormente, Penafria [35] diz que analisar o filme é decompor, de modo que as partes separadas possuam uma relação entre si. Assim, como dividir o filme corretamente? Os roteiros dos filmes seguem um modelo de escrita da literatura, e é daí que vem a divisão em atos. Vogler [53] explica que as narrativas frequentemente são divididas em três atos, que podem ser separados por: o herói decide agir; após esse momento vê-se a ação propriamente dita; posteriormente é mostrada as consequências das ações. Portanto, tendo assistido ao filme previamente, o professor pode identificar os momentos dessas viradas para separar o filme em três partes. Com o filme segmentado, o docente terá partes que poderá analisar. A segmentação das cenas se torna necessária para filmes longos, pois existem muitas partes ou diálogos a serem analisadas.

Separar os filmes em atos é uma maneira pragmática e viável para dividir o filme em partes menores. No entanto, existem filmes muito longos em que a divisão por atos ainda deixará partes com muito tempo. Nesse caso, o ideal é usar do senso por parte de quem vai analisar. Por exemplo, *Interestelar* possui 169 minutos que podem claramente ser divididos nos três atos clássicos. No entanto, a narrativa do filme possui quatro grandes momentos que são facilmente distinguidos pela localidade em que os personagens estão. Na primeira parte, Cooper está na Terra e começa o desenrolar da história. Na sequência inicia-se a odisseia espacial, onde por todo o tempo eles ficam confinados dentro da *Endurance*. Depois, eles visitam os planetas de Miller e de Mann em busca de um lugar para a colonização da humanidade e, por fim, Cooper está dentro do Buraco Negro, mandando os dados para a sua filha em outro lugar do cosmos. Ou seja, observando a localização em que a trama se desenrola é possível segmentar o filme, dando uma alternativa para quando a divisão em atos for mais complicada. Você pode optar ainda por fazer uma divisão devido ao tempo, separando o filme em três ou quatro partes de tempos iguais.

Com o filme dividido em segmentos e considerando que o método pode ser aplicado para qualquer tipo de filme, inicia-se a análise das partes. Em filmes com pouco caráter científico, é possível que os atos ou partes separadas possam não conter nada que seja relevante discutir. Usando o exemplo de *Titanic* novamente, teríamos um filme que quando fosse dividido em atos só o último teria uma discussão relevante a respeito de conceitos físicos. No caso de *Interestelar*, teríamos pontos importantes a serem tratados em todos os atos ou partes, dependendo da maneira como se queira dividir.

#### 4.4 ACHANDO OS CONCEITOS CIENTÍFICOS

O terceiro momento na análise fílmica vai ser notar as cenas com conteúdo científico nas partes que foram separadas. Como se faz para notar os pontos científicos em determinadas cenas? Essa parte da análise se apoia nos conhecimentos prévios dos docentes a respeito da ciência em geral e da maneira que eles querem utilizar obras cinematográficas em sala de aula. O objeto de análise pode estar contido em uma imagem, quando por exemplo, vemos um buraco negro em *Interestelar*, ou pode estar em algum diálogo, como quando Cooper explica sobre o método científico. Em ambos os casos, notar essas partes vai depender da percepção do professor ao assistir as obras. Esse quesito poderia ser subjetivo, pois se você analisar um filme que fala de física e não souber nada de física, em teoria não teria como analisar. No entanto, considerando que o filme está dividido em partes, você terá pequenos segmentos a analisar, e neles você deve buscar símbolos visuais, como por exemplo o Gargantua em *Interestelar*, que é um elemento que automaticamente remete à Física. Além dos símbolos visuais há também a possibilidade de buscar termos específicos, como quando Cooper cita a gravidade. A palavra gravidade e a imagem do Gargantua remetem a conceitos físicos, portanto, eles são os elementos-chave a serem analisados quando aparecem. O Elemento-Chave deve ser descrito da forma que aparece no filme para que se possa analisar o conceito e compará-lo com o que é real.

A maneira como se notam os pontos científicos nas cenas é mais fácil de ser explicada quando acompanhada da forma de aplicação. Os modos de aplicação não se restringem ao que vai ser explicado aqui, pois há diversas obras que abordam

diferentes conteúdos na sua narrativa, e isso abre uma gama de possibilidades. O professor pode selecionar um filme completo ou uma cena dos filmes que eram feitos em 3D e precisavam dos óculos *red blue* para serem assistidos e depois explicar o conceito de polarização da luz. Os filmes em 3D são um exemplo de uso do filme em si, desconsiderando a narrativa e focando na forma em que a obra foi produzida. Por outro lado, um professor desejando explicar como o movimento circular produz uma força similar à gravidade pode usar algumas partes de *Interestelar* como exemplo. Os dois últimos exemplos são uma forma de aplicação simples dos filmes, baseando-se nas imagens que os filmes produzem para promover discussões.

O nível científico da obra que vai ser utilizada influencia nas maneiras de aplicar o filme. Filmes como *Star Wars: Episódio IV - Uma nova esperança* [12] mostra diversas viagens espaciais e tecnologias futuristas. Esse filme se divide entre ficção científica e fantasia, então ele não tem preocupação em respeitar as leis da Física. Esse tipo de filme não tem argumentos suficientes no seu enredo para serem explorados de forma verossímil em uma aula de Física. Ainda assim, as cenas que contém um conceito extremo podem ser motivo de comparação com o que é real, e usando os conhecimentos físicos pode-se mostrar o quão errado aquela cena está. Um exemplo que se pode citar vem do filme *Velozes e Furiosos 6* [54], quando um carro popular se pendura em um tanque de guerra, cai de uma ponte e leva junto o tanque. O professor estipulando as massas do carro e do tanque de guerra poderá explicar o porquê daquela cena estar equivocada, relacionando-a com o princípio das forças em equilíbrio.

Caso a narrativa do filme seja baseada em argumentos científicos e em algum momento aconteça algo inexplicável, pode-se tanto mostrar os conceitos reais quanto as extrapolações. *2001: Uma Odisseia no Espaço* [17] é em muitos pontos visualmente bonito e contém verossimilhança. Parece bastante com o filme *Interestelar*, exceto a viagem transcendental que há na parte final. A viagem em si tem um caráter mais filosófico do que científico, não tirando, porém, o primor de como é mostrado a viagem espacial e os efeitos gravitacionais dos tripulantes. Em *Interestelar* toda a sua narrativa, exceto o final, possui grande precisão com a

realidade. A entrada do *rover*<sup>6</sup> no buraco negro, aliado com o espaço em quatro dimensões físicas mostrado lá poderiam ser pontos que fogem das coisas reais. No entanto, considerando o todo, essa parte do final fica como sendo uma licença poética para fins da narrativa fluir, vide que ela permite mostrar como funcionam as anomalias gravitacionais e como a gravidade altera o tempo.

*Perdido em Marte* [23] também possui muitos pontos fisicamente reais, mostrando as tempestades em Marte e como seria cultivar uma horta em um planeta sem atmosfera favorável. O final do filme também conta com uma licença poética que é para dar mais emoção na missão de resgate, tanto é que, no livro o resgate final difere um pouco, pois lá, tudo tenta ser o mais real possível. O que foi dito para *Perdido em Marte* se aplica também para *Gravidade* [55], onde muitas cenas condizem com a realidade, mas que em alguns momentos algumas coisas são exageradas em nome da ação do filme.

Os filmes que contém mais conceitos físicos trazem mais aplicações. *Interestelar*, *Gravidade* e *Perdido em Marte* podem ser fontes de análise sobre a verossimilhança juntamente com uma comparação. Por exemplo, em *Interestelar* temos o conceito do Paradoxo dos Gêmeos, que comparando o tempo em que os personagens ficam no planeta de Miller, o professor pode propor uma verificação se a dilatação temporal condiz com o resultado matemático. *Gravidade* também possui cenas que contém ideias que podem ser tratadas, bem como *Perdido em Marte*. A utilização dessas cenas, no entanto, vai depender da capacidade do docente em ver conceitos físicos em lugares diversos. A metodologia aqui utilizada é uma forma de facilitar a análise fílmica, sendo uma maneira de elucidar conceitos que estão presentes nas narrativas e que não são facilmente vistos. Conseguindo ver essas cenas específicas as maneiras de aplicação são diversas e vai depender da criatividade de quem vai aplicar. No roteiro existe um tópico que sugere maneiras de aplicação, no entanto, a melhor maneira de saber como aplicar é fazendo a análise fílmica da obra escolhida, aos moldes do que vai ser feito com *Interestelar* no próximo capítulo, pois partindo das ideias científicas da obra é possível definir a maneira de como usá-las.

---

<sup>6</sup> Um *Rover* é um veículo de exploração espacial projetado para se mover na superfície de outro planeta.

## 5 APLICAÇÃO DO ROTEIRO

### 5.1 O GUIA DE USO

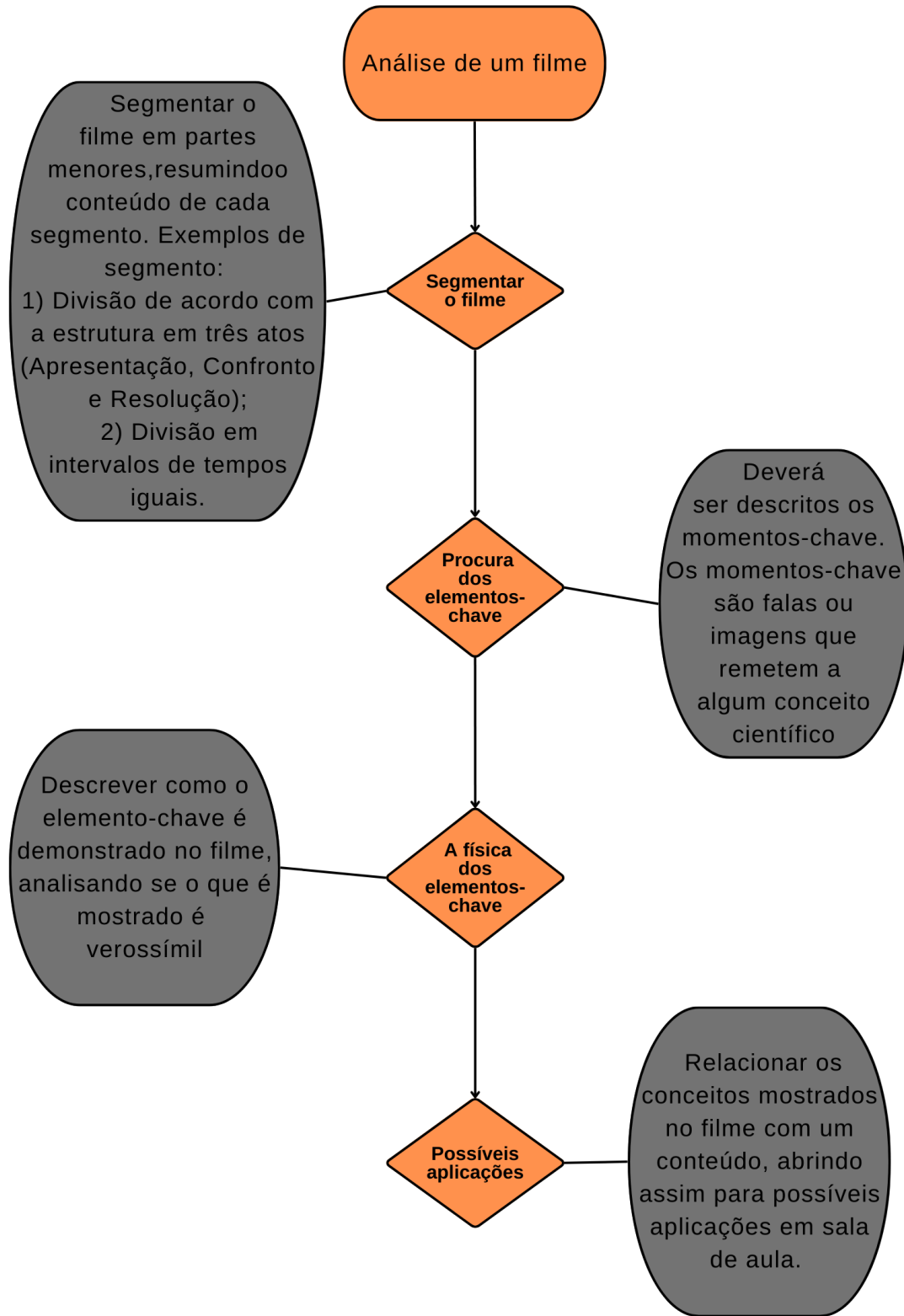
O roteiro foi pensado para ter só o necessário, de modo que quem for usá-lo possa conseguir fazer a análise de um filme qualquer só usando as referências técnicas conseguidas na internet aliado a análise das cenas. Para orientar quem desejar usar esse material foi criado um guia de uso, como sendo uma espécie de manual de instruções. O guia possui um esquema de cores baseado na ideia de Silva Júnior [50] e pode ser encontrado integralmente no anexo.

O Roteiro possui um código de impressão final em cores para identificação das partes deste. Os tópicos listados na cor cinza são destinados para as informações técnicas. Como já citado no capítulo anterior, os tópicos escolhidos servem como dados para gerar a referência da obra usada. Essas informações podem ser adquiridas em sites, nos *streamings* onde o filme está sendo distribuído, ou nos DVDs. As informações na tabela em laranja são relativas ao processo de análise do filme. São nesses tópicos que o guia se faz mais necessário, vide que os termos usados podem não ser integralmente entendidos sem o uso das instruções disponibilizadas.

Ao analisar os tópicos presentes na cor laranja o primeiro que vai aparecer é a sinopse, que vai servir para situar sobre o eixo norteador que a narrativa vai ter. Depois, será necessário dividir o filme em partes menores para serem analisadas. Essa divisão, no entanto, pode decorrer da maneira que o analisador achar conveniente, mesmo havendo formas mostradas no guia para que o processo ocorra de maneira mais coerente. Com a divisão feita, o analisador deverá escrever um resumo do que aconteceu em cada parte, desse processo ele deve procurar os elementos-chave. Os elementos-chave são uma alusão às palavras-chave dos trabalhos acadêmicos, e no sentido da análise fílmica aqui proposta, eles servirão para que o analista procure termos na fala ou imagens que remetem a conceitos científicos – os já citados na introdução como momentos científicos. Os elementos-chave gerarão uma análise de como a Física foi descrita naquela fala ou imagem do filme. Após isso, o analista deve buscar possíveis áreas de aplicação, ou seja, estender o conceito mostrado para uma área maior da Física. Por fim, para fins de catalogação, o professor deverá distinguir os conteúdos abordados diretamente e



indiretamente, com isso ele saberá quais temas ele trabalhará de forma mais profunda com a obra escolhida. Os passos para realizar a análise fílmica pode ser descrito no fluxograma mostrado a seguir.



O Roteiro desenvolvido, o guia de uso e o fluxograma estão presentes em anexo. No anexo também é possível encontrar uma análise sucinta feita sobre a obra *Interestelar*. Como *Interestelar* foi o filme usado para desenvolver o roteiro, uma análise mais completa foi feita sobre ele e será mostrada nas seções seguintes.

## 5.2 APLICAÇÃO DO ROTEIRO A *INTERESTELAR*

*Interestelar* serviu de modelo para a criação do roteiro. Um dos motivos para isso é que na obra em diversos momentos são citados termos como Gravidade e é mostrada a imagem de um Buraco Negro. Ou seja, o filme possui conceitos científicos que saltam aos olhos, logo, seria uma obra mais fácil para ser analisada. Então, aplicando o método da separação do filme em partes menores foi descoberto que além dos conceitos científicos era possível notar momentos em que a narrativa tratava de termos históricos.

Murph instigada pelo pai, Cooper, é uma menina com forte interesse na ciência. Ela relata ao pai que um fantasma está derrubando os seus livros e que ele está tentando se comunicar com ela. Cooper incita Murph a usar método científico para que ela decifre o fenômeno que está acontecendo no quarto, dizendo que é preciso observar, medir, levantar hipóteses e só daí tirar as conclusões, similar a maneira que Moreira e Ostermann [56] escrevem sobre o método científico. No fim, Murph e Cooper descobrem que aquilo no quarto da menina não era um *poltergeist*<sup>7</sup> como sugerido, mas sim a Gravidade.

Em outro momento, Cooper é chamado à escola porque Murph estava influenciando os demais alunos com livros antigos. Cabe lembrar que *Interestelar* se passa em um futuro distópico, onde as pragas estão devastando as plantações e não há mais investimento em pesquisa espacial, pois tudo é destinado para produzir comida. Por esse motivo, as missões Apollo que levaram o homem à Lua foram desacreditadas. A história foi reescrita e os livros substituídos por modelos atualizados aos moldes de como acontece em 1984 [57]. Nesse mundo em que

---

<sup>7</sup> Poltergeist é um tipo de evento paranormal que se manifesta em um ambiente no qual existem ocorrências físicas, tais quais, chuva de pedras, movimentação, aparecimento e desaparecimento de objetos, sons, luzes, entre outras.

*Interestelar* se passa, é dito que as missões Apollo foram uma propaganda do governo para vencer a União Soviética. Nessa mesma cena, Cooper ainda cita que o fato de não haver mais pesquisas espaciais resultou na falta da criação de equipamentos médicos, fato que é comprovado, pois diversas máquinas são feitas para o espaço. Esses temas que estão nas entrelinhas da narrativa de *Interestelar* podem gerar debates em sala de aula. Pode-se falar sobre Pseudociências, Fake News, argumentos prós e contra as viagens espaciais etc.

Os conceitos demonstrados nos dois últimos parágrafos surgiram após a primeira análise teste do filme. Eles foram observados porque nessas cenas é possível notar conceitos intrínsecos à Física, como quando eles citam a Gravidade para explicar o método científico e o motivo dos livros caírem. Devido a esse fato, *Interestelar* foi a obra escolhida para servir como análise teste do roteiro. Em anexo está o roteiro preenchido com as informações sobre análise do filme. Nas subseções a seguir será mostrado uma análise ainda mais profunda sobre os tópicos científicos abordados na obra, relacionando os elementos-chave com as aplicações do que é provado fisicamente ou com as teorias sobre os conceitos de Física Extrema.

### 5.2.1 O ESTILINGUE GRAVITACIONAL

Os planetas Urano e Netuno guardam para si um olhar em especial, pois diferentemente dos demais planetas do sistema solar, eles foram descobertos. Pelas distâncias que esses planetas estão da Terra, só foi possível notar esses corpos celestes quando os telescópios ficaram mais potentes. Dava Sobel [58] escreve que ao observar o céu com seu telescópio, William Herschel primeiramente pensava ter descoberto um cometa, mas analisando sua trajetória, descobriu que havia achado ali mais um planeta: Urano. Mas curiosa foi a descoberta do planeta Netuno, pois este antes de ser observado havia sido previsto matematicamente. Isso começou porque a órbita do planeta Urano ainda era irregular, e para explicar isso, em 1845, os astrônomos teóricos Urbain Jean-Joseph Laverrier e Couch Adams, separadamente, concluíram matematicamente que a órbita anômala de Urano se dava um grande planeta ainda não visto [58]. A este planeta deram o nome de Netuno.

Netuno acelera o movimento de Urano e isso se dá pela gravidade de um aumentar a velocidade orbital do outro quando eles se aproximam. Esse conceito pode ser aplicado a corpos menores e quando isso acontece dá-se o nome de estilingue gravitacional. Essa manobra já foi utilizada em missões espaciais com a intenção de usar a gravidade de um corpo celeste para acelerar a espaçonave. Carl Sagan [59], em *Um Pálido Ponto Azul*, ao explicar as trajetórias das *Voyagers*, diz que ao voar perto de um mundo pode-se usar a gravidade do corpo para ser arremessado até um próximo, e que o custo para fazer isso é apenas engenharia. Imaginando que uma espaçonave entre no campo gravitacional de um planeta, este vai começar a orbitá-lo e a gravidade aumentará a sua velocidade na direção radial. Essa manobra faz com que a gravidade acelere o veículo espacial até uma velocidade desejada, bastando depois que a nave saia pela tangente.

Para exemplificar o ganho que o estilingue gravitacional gerou nas missões *Voyager*, Sagan explica: “Cada uma das naves espaciais *Voyager* obteve um impulso de velocidade de quase 60 mil quilômetros por hora com a gravidade de Júpiter” [59]. E os ganhos de usar essa técnica não se restringiu às *Voyagers*, sendo aplicado também à *Cassini* e mais recentemente ao telescópio James Webb. No caso do telescópio espacial James Webb, o lançamento ocorreu na Guiana Francesa, local que fica na faixa equatorial do planeta, pois isso dava possibilidade de aproveitamento da velocidade de rotação da Terra em sentido favorável à trajetória a ser percorrida [60]. Um exemplo dos efeitos do estilingue gravitacional pode ser visto na figura 1, onde se tem as espaçonaves cruzando a órbita das luas jovianas para ganhar um acréscimo de velocidade.

*Interestelar*, bebendo da fonte de vários conceitos científicos, teve no estilingue gravitacional mais um argumento para auxiliar na viagem espacial presente no filme. O argumento do chicote gravitacional está presente em dois momentos do filme: primeiro, ele aparece na segunda parte do filme quando eles precisam passar por Saturno para ganhar velocidade. Esse caso específico se assemelha bastante ao que aconteceu com as sondas *Voyagers* que foram supracitadas. Em *Interestelar*, a passagem por Saturno vai gerar um acréscimo na velocidade da espaçonave e ajuda a reduzir o combustível usado. A questão do combustível é o motivo para a segunda aparição do estilingue gravitacional no filme,

quando na última parte Cooper usa a força gravitacional do Gargantua para contorná-lo, chegando ao outro lado sem gastar muito combustível.

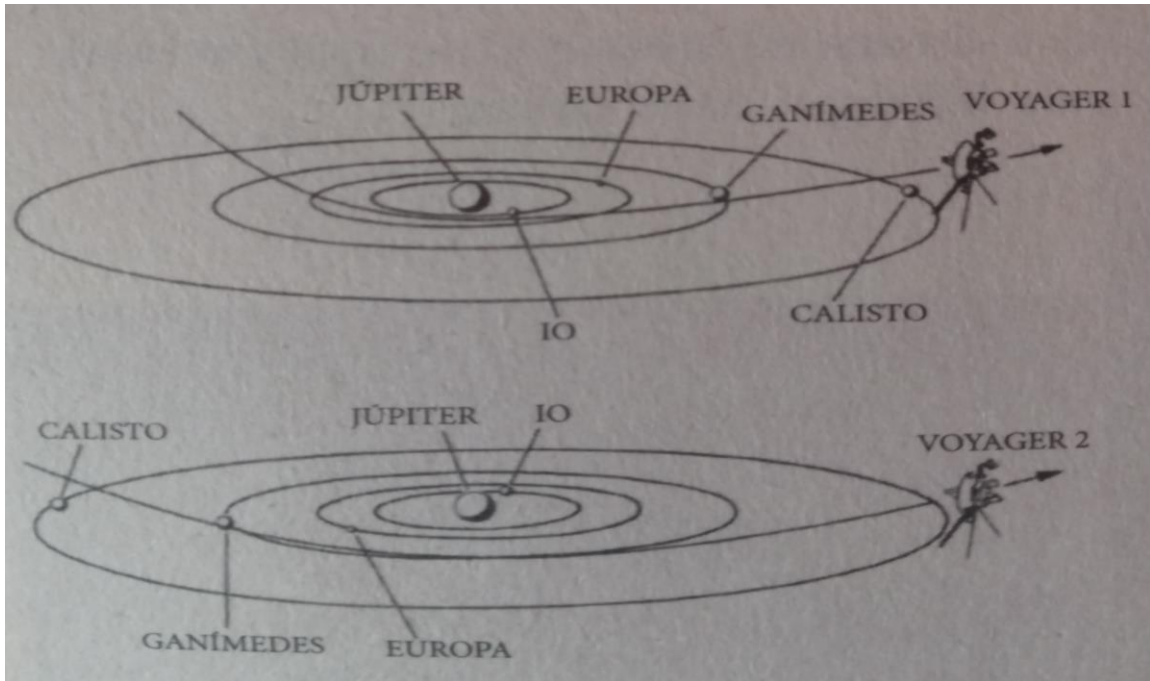


Figura 1 – A passagem da Voyager 1 (em cima) e da Voyager 2 (embaixo) pelos satélites de Júpiter. (Sagan [6], p. 150).

### 5.2.2 OS BURACOS DE MINHOCA

As viagens espaciais sempre foram trunfos para a criação de várias obras de ficção científica, como pode ser notado em filmes como *Star Wars: Episódio IV - Uma nova esperança* [12]. Como supracitado, existem muitos empecilhos para a viagem do ser humano ao espaço e à medida que os filmes começaram a tentar passar a maior verossimilhança possível nas suas histórias, começou-se a adaptar conceitos científicos para tornar mais crível a viagem interestelar dos seres humanos. O método que talvez seja o mais famoso é o conceito de buracos de minhoca, introduzido em meados dos anos trinta por Albert Einstein e Nathan Rosen.

Em 1935, Albert Einstein e Nathan Rosen escreveram um artigo que ficou muito popular mostrando que a relatividade geral permite o que eles chamaram de “pontes”, mas que popularmente ficou conhecido como buracos de minhoca [25]. Considerando que o espaço-tempo fosse um cilindro com alça, que brotasse dele e

depois voltasse a se unir a ele como o que está na figura 1. Nesse caso, os locais em que as alças se uniram ao cilindro possuem estagnações, ou seja, locais em que o tempo permaneceu imóvel [26].

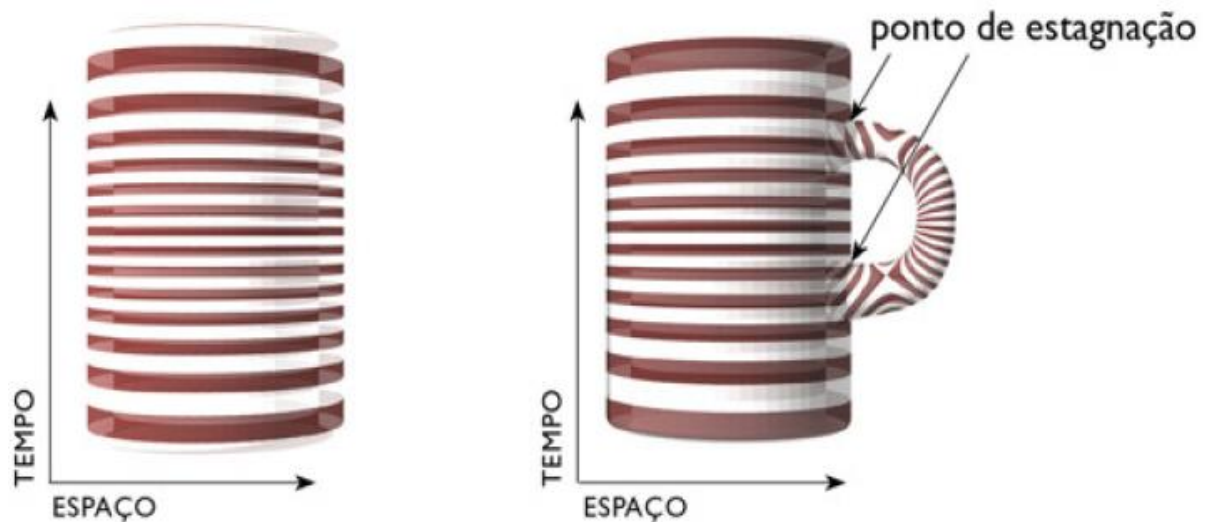


Figura 2 - Representação do espaço-tempo em duas dimensões (Hawking [26], p. 145).

Pensando em um espaço-tempo curvo, ou seja, dobrando o cilindro da figura 1 na direção dos pontos de estagnação, tocando a base superior na inferior, ter-se-ia um caminho a percorrer. Fazendo esse exercício de imaginação, os pontos de estagnação ligariam dois pontos separados por um caminho mais próximo do que se percorrermos todo o espaço externo do cilindro. Os pontos de estagnação seriam as pontes de Einstein-Rosen, que segundo Hawking [25] no trabalho original deles, tais pontes não duravam um tempo suficiente para que uma espaçonave atravessasse; a nave toparia com uma singularidade quando o buraco se fechasse. Todavia, a ideia de que pontos distantes poderiam se conectar, fez-se supor que civilizações hipoteticamente mais avançadas pudessem manter as pontes estáveis.

A ideia de que as pontes de Einstein-Rosen duram pouco tempo gerou o conceito de que eles precisam ser colocados por “alguém”, pois elas não podem existir por tempo suficiente para se fazer uma viagem por elas. Esse conceito é mostrado em filmes como os do *Thor* [61], *O Enigma do Horizonte* [62] e o próprio *Interestelar*, onde os buracos de minhoca são representados de formas visuais diferentes, mas sempre produzidos de formas não naturais. Isso corrobora com o que fala Hawking [63], onde segundo ele, alguns pesquisadores sugerem que vivendo em um mundo de superfície quadrimensional, em um espaço com dez ou

onze dimensões, seria possível criar miniburacos negros nessas dimensões extras, que serviriam como rota de passagem. Em *Interestelar* os Buracos de Minhoca são um ponto de Física Extrema. Isso acontece porque mesmo abordando um conceito baseado em um fato científico, a narrativa do filme extrapola a ideia que é apresentada no trabalho de Einstein e Rosen.

### 5.2.3 OS BURACOS NEGROS

Para Stephen King, a ficção é a verdade dentro da mentira, ou seja, é o local onde as coisas inimagináveis podem ganhar forma [64]. Para corroborar com a frase do célebre escritor de livros de terror, Hawking, ao falar sobre os buracos negros diz: “Às vezes dizemos que os fatos são mais estranhos que a ficção, e em nenhum outro lugar isso é mais verdadeiro do que em um buraco negro. Eles são mais estranhos do que qualquer coisa inventada por escritores de ficção científica” [63]. Por serem estranhamente fascinantes, os buracos negros já foram abordados em filmes como *O Buraco Negro* [65] e em séries como *Perdidos no Espaço* [66]. A forma como o buraco negro é representado nessas duas obras são diferentes e diferem ainda do buraco negro mais famoso do cinema: o *Gargantua*.

A ideia de buraco negro surgiu pela primeira vez em um artigo publicado em 1783, quando o professor John Michell observou que uma estrela compacta e massiva o bastante teria uma força gravitacional que a luz não poderia escapar [25]. O modo como os buracos negros se formam e funcionam veio posteriormente nos trabalhos de Subrahmanyan Chandrasekhar, Stephen Hawking e outros físicos, que resultaram mais recentemente nas fotos do primeiro buraco negro divulgadas em 2019. O *Gargantua*, no filme *Interestelar*, foi uma simulação baseada nos cálculos do físico teórico Kip Thorne, produtor executivo do filme, e com o uso de efeitos visuais foi possível criar algo bem próximo da realidade. *Interestelar* foi lançado em 2014 e as imagens do buraco negro vieram em 2019 e nas figuras 2 e 3 pode-se fazer uma comparação entre o buraco negro do filme e o que foi detectado pelo *Event Horizon Telescope*.

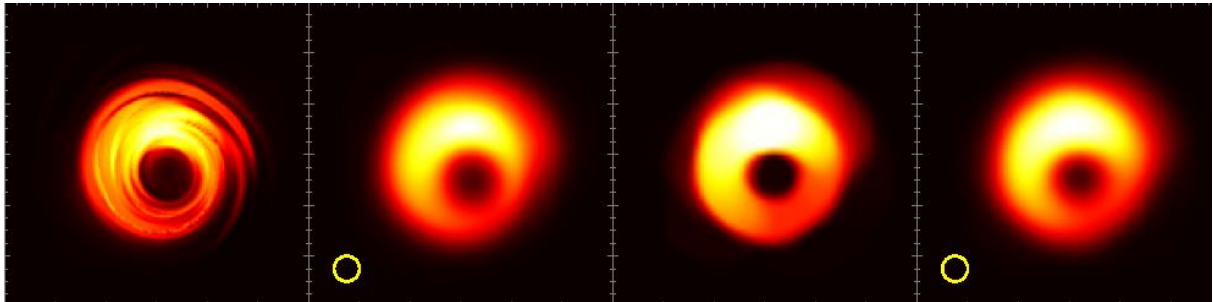


Figura 3 – Modelagem do jato de disco do Buraco Negro Messier 87 (Wikimedia Commons [67]).



Figura 4 – Captura de tela de Gargantua de *Interestelar* [42]. No primeiro plano é possível observar o planeta de Miller “próximo” ao disco de acreção do Buraco Negro.

A relatividade geral prevê que objetos extremamente massivos em movimento emitem ondas gravitacionais, ondulações na curvatura do espaço que viajam na velocidade da luz [25] e é isso que é visto na imagem do *Event Horizon Telescope*. Thorne [52] explica que a circunferência do horizonte de eventos do buraco negro é proporcional a sua massa e o Gargantua possui 100 milhões de vezes a massa solar, dando a ele um horizonte com cerca de 1 bilhão de quilômetros. A explicação do porquê as imagens do Gargantua possuir feixes de luz saindo é porque segundo Thorne [52], a gravidade é tão forte próximo ao Gargantua que a deformação do espaço-tempo que faz luz ficar presa em órbitas fora do horizonte, viajando ao redor do buraco negro e por vezes escapando. Essas órbitas presas são instáveis no sentido que os fótons sempre escapam, no entanto, Thorne [52] rechaça que isso acontece apenas nessa região, pois os fótons que são capturados pelo horizonte de eventos nunca podem escapar, indo de acordo com o que Hawking [25] afirmava.



Um dos pontos abordados em *Interestelar* que será aprofundado mais à frente é o fato de Cooper ter caído dentro do buraco negro. Carl Sagan [6] ao tratar sobre isso leva em conta que caindo em um buraco negro você levaria um tempo infinito para cair, porque o seu tempo seria percebido como tendo parado, diferentemente o que um observador externo veria, devido a dilatação do tempo. Esse fato explicaria o que acontece com Cooper depois de entrar no buraco negro e mandar mensagem para o passado, conceito que vai ser abordado nas extrapolações físicas do filme.

#### 5.2.4 O PLANETA DE MILLER E O PARADOXO DOS GÊMEOS

Ainda na primeira parte do filme, quando Cooper está se preparando para a viagem interestelar, ele diz para Murph que ao viajar em velocidades altas o tempo deles passarão de forma diferentes, evidenciando assim a dilatação temporal que é costumeiramente representada pelo Paradoxo dos Gêmeos. O momento em que isso fica evidente no filme é quando a tripulação chega ao planeta de Miller, um promissor lugar para desenvolvimento de vida, coberto por água e orbitando um buraco negro.

Pelas transformações de Lorentz é fácil ver que objetos que se movem próximo a velocidade da luz tem uma passagem de tempo diferente em relação a um observador externo que se move em velocidades menores [68]. Esse fato levou à proposição do Paradoxo dos Gêmeos, que consiste em: um dos gêmeos embarca em uma viagem espacial sujeito a grandes velocidades, enquanto o outro irmão fica na Terra. Ao final da viagem, o gêmeo que viajou a velocidades próximas à da luz terá uma passagem de tempo menor do que a do seu irmão que ficou na Terra.

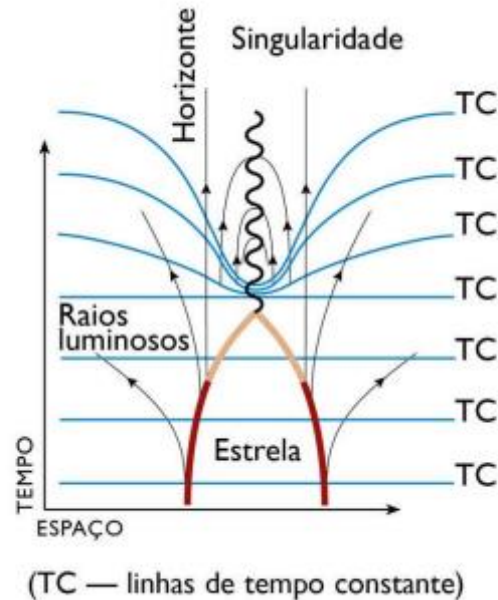
Em *Interestelar* vê-se o Paradoxo dos Gêmeos aplicado a um pai e sua filha. Quando Cooper desce ao planeta de Miller, ele sabe que uma estadia de algumas horas lá desacelerará o seu relógio biológico em relação ao da sua filha que está na Terra. Isso ocorre porque Miller está na órbita de Gargantua, que faz o tempo desacelerar exatamente como se o planeta estivesse viajando próximo à velocidade da luz. Uma outra maneira de ver o fenômeno da dilatação temporal em Miller é pelo fato de que ainda na Terra, os tripulantes da *Endurance* recebem os dados de todos os planetas que eles pretendem visitar. Ao chegar no planeta eles descobrem que

as informações que eles receberam na Terra haviam acabado de sair do planeta. Como Hawking explica, nem a luz escapa da atração gravitacional de um buraco negro [25], logo a informação transmitida do planeta de Miller também sofre da contração temporal causada pela forte gravidade. Assim, na Terra eles recebem parte da mensagem apenas dizendo que o planeta tinha água e forma parecida com a Terra, no entanto, as demais informações demoram a sair do campo gravitacional do buraco negro, fazendo com que eles não saibam que aquele planeta é inabitável. Um exemplo do que acontece em Miller pode ser visto na figura 4 retirada do livro do Stephen Hawking, amigo pessoal de Kip Thorne, produtor de *Interestelar*, onde ele mostra que próximo a um buraco negro, a informação não sairá devido à força gravitacional.

Outro efeito do campo gravitacional do Gargantua são as ondas vistas no planeta de Miller e mostradas na figura 5. Newton foi o primeiro a explicar a causa das marés, relacionando-a à atração gravitacional. A Lua exercendo atração gravitacional sobre a Terra, atrai a massa líquida em duas protuberâncias, localizadas nos extremos opostos da Terra [69]. Esse efeito pode ser explicado melhor usando o próprio planeta de Miller e as ondas que são formadas. Quando a onda atinge a tripulação da *Endurance* em uma parte do planeta de Miller, há uma outra onda na extremidade oposta do planeta. O tamanho dessas ondas está diretamente relacionado à atração gravitacional causada pelo Gargantua.

O tamanho das ondas mostradas nas imagens é devido à atração gravitacional causada pelo Gargantua. A descida dos tripulantes da *Endurance* ao planeta de Miller pode levantar ainda alguns erros de lógica. Por exemplo, a tripulação possui três doutores em Física, que sabendo da atração gravitacional que o Gargantua causa no planeta, em nenhum momento imaginou sobre os efeitos de maré por qual aquele planeta coberto de água deveria sofrer. Outro ponto a se tratar é sobre o Limite de Roche que o planeta de Miller sofre. Usando o exemplo Terra-Lua, Lopes [70] explica que a menor distância entre os centros de massa dos dois astros, de tal maneira que a força de maré exercida pela Terra sobre a Lua e auto gravitação da Lua ainda estivessem em equilíbrio seria de  $2,97R$  ( $R$  representa o raio da Terra), sendo este o Limite de Roche. Ao explicar sobre o Limite de Roche para uma partícula líquida, Lopes [70] explica que um satélite com características de um corpo líquido, aproximando-se de um planeta central, a uma distância inferior a

um certo limite, as forças de maré do planeta sobre o satélite seriam maiores que a gravitação própria do outro corpo, dando origem a sua desintegração.



**Figura 5 – Curvatura da luz e do tempo próximo ao horizonte de eventos de uma estrela. Se a estrela entra em colapso (as linhas vermelhas se encontram em um ponto), a deformação é tão grande que os raios luminosos perto da superfície se movem para dentro (Hawking [26], p. 149).**

Thorne [52] em *The Science of Interstellar* levanta algumas hipóteses a respeito de algumas questões do planeta de Miller, tais como, se ele nasceu naquela órbita, qual seria a sua idade? O planeta de Miller sente a gravidade das marés do Gargantua? Thorne [52] afirma que alguns detalhes visuais do filme tiveram preferência em detrimento das leis físicas estabelecidas por Einstein na Relatividade Geral, e caso o contrário fosse feito, não teria tantas cenas visualmente bonitas no filme. No filme não é dito a que distância o planeta de Miller orbita o Gargantua e nem qual a massa do planeta e do buraco negro. O que se pode fazer nesse caso é levantar algumas hipóteses com o que o filme mostra sobre a órbita do planeta de Miller. Os personagens se movem com uma pequena dificuldade no planeta de Miller, mas considerando que eles estão usando roupas espaciais e caminham na água, é plausível que eles estão sujeitos a uma gravidade similar à da Terra. Ou seja, tem-se um planeta que de alguma forma se aproxima da gravidade da Terra, mas um corpo de massa tão grande que nem a luz pode escapar. Por não saber a

distância correta que separa os dois é impossível dizer com convicção se as forças de maré desintegrariam o planeta.



**Figura 6 – Captura de tela das ondas do planeta de Miller em *Interstellar* [42]. Devido à proximidade do planeta de Miller do *Gargantua*, formam-se ondas gigantes. Na imagem, as ondas ficam na altura das nuvens.**

### 5.2.5 A FÍSICA EXTREMA

*Interstellar* em quase toda a sua narrativa segue argumentos científicos para validar os acontecimentos. Depois de passar pelo planeta de Miller, a nave perde muito combustível e, juntamente com a ida da tripulação ao planeta de Mann, os recursos que Cooper tem se tornam quase nulos. Vendo isso e sabendo que não poderia mais voltar para ver sua filha, Cooper decide por fim entrar no buraco negro, porque esse seria um meio de descobrir a informação que se perde lá dentro e ainda uma forma de encontrar o que faltava para o Dr. Brand resolver a equação da gravidade, salvando todos os seres humanos que ficaram na Terra.

A parte da física extrema talvez seja o ponto mais subjetivo no enredo de *Interstellar*. Thorne [52] diz que um dos únicos pontos não científicos está em uma frase de Amelia Brand quando ela diz: “acidente é o primeiro bloco da construção..., mas quando você está orbitando um buraco negro, não pode acontecer o suficiente...precisamos ir mais longe”. Fato é que Kip Thorne, produtor do filme

sabia que a entrada no buraco negro e tudo que sucede esse evento entra em certas especulações. Hawking [25] sugere que um astronauta perto de um horizonte de eventos de um buraco negro e prestes a cair neste vai sofrer um processo de espaguetificação do seu corpo pelo Limite de Roche, exatamente como aconteceu com a informação que tentou sair do planeta de Miller e ir para a Terra.

Cooper, no entanto consegue adentrar no buraco negro e de lá além de mandar as informações para o robô que futuramente serviria para resolver o problema da gravidade, ele ainda se depara com o Tesseract. Ele descobre que quem colocou o buraco de minhoca para execução da missão são os mesmos criadores do Tesseract, e esses seres que não dão para saber ao certo quem são, vivem em cinco dimensões e dominam o tempo. Então, Cooper consegue se ver no passado se comunicando com Murph, e ele era a pessoa que deu as coordenadas para ele mesmo executar a viagem. A ideia inicial de Cooper era mandar as informações para o robô que ficou fora do buraco negro, contudo, percorrendo pelo Tesseract ele encontra com a Murph adulta, e então ele passa todas as informações pelo relógio que ele deixou com ela antes de sair na sua odisseia espacial.

Após esse momento há um salto temporal. Cooper acorda a salvo e Murph fica bem mais velha, deixando claro que ao entrar no buraco negro novamente o relógio biológico de Cooper parou. Quando ele acorda se depara com um mundo onde a gravidade funciona diferente e aparentemente a lua onde eles habitam funciona através da ideia de O'Neill [71], onde as viagens espaciais aconteceriam no que ele chama de ilhas, e o formato lembra um cilindro, e daí o nome de Cilindro de O'Neill. Por fim, Cooper depois de resgatado vai resgatar Amelia, que mesmo sem estar dentro do buraco negro aparentemente não sofreu com a passagem de tempo como Murph, terminando assim a jornada interestelar.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O surgimento da ideia que guiou esse trabalho vem das possibilidades que a ficção científica possui. Ao analisar trabalhos como o de Piassi [4] e Piassi e Pietrocola [32], foi constatado que a ficção científica tem um grande potencial de uso para as aulas. Para expandir as análises dos conceitos científicos para além da literatura de ficção científica, foi proposto um roteiro que viabiliza a análise de cenas com conteúdo científico nos filmes do gênero.

Com a ideia da criação do roteiro em mente, foi preciso buscar maneiras de como analisar os filmes. Para tanto, foi buscado na literatura trabalhos de análise fílmica. Ao analisar esses trabalhos notou-se que existem diversas maneiras para descrever o que se passa em um filme. Então, visando deixar a análise mais objetiva, o roteiro desenvolvido consistiu em quatro momentos: primeiro, o analista deve segmentar o filme em partes menores e descrever o que aconteceu nessas partes; com as partes separadas, deverá procurar os elementos-chave, onde pode ser encontrado falas ou imagens que remetem à Física; após esse momento, o analista deve descrever a física apresentada nos elementos-chave; por fim, relacionar o que foi visto com um conteúdo mais abrangente, pois assim torna-se mais fácil relacionar a Física do cotidiano mostrada na sala de aula com o que é mostrado no filme.

Aplicando o roteiro ao filme *Interestelar* foi possível achar diversos pontos em que a trama trata sobre conceitos científicos. Mais que isso, buscando os elementos-chave da trama, notou-se que o filme possui uma abordagem de temas como o método científico e acontecimentos históricos. Desse modo, na aplicação a *Interestelar* o roteiro demonstrou ser capaz de mostrar pontos que vão além dos conceitos científicos. Então, há a possibilidade de que os passos do roteiro possam ser usados para aplicação em outras áreas do conhecimento, onde nesse caso, os momentos deveriam ser adaptados. Ao invés de procurar elementos-chave referentes à Física, um professor de História por exemplo, poderia buscar termos históricos.

Para aprimorar os trabalhos dessa pesquisa, e por consequência, validar o uso do roteiro, é preciso aplicá-lo para o maior número de obras possíveis. Nos elementos-chave, quando aparece uma imagem que se refere à Física, é necessário que o analista tenha conhecimento sobre o conceito mostrado na imagem. Às vezes, a imagem pode ser mostrada de forma implícita, e nesses casos a separação do filme e a descrição dos momentos se faz necessária.

Para perspectivas futuras, além de analisar outros filmes, seria interessante ver outros professores aplicando o Roteiro e receber o *feedback* sobre como foi a experiência deles usando o material, pois assim seria possível atualizar e melhorar o Roteiro. Outro ponto importante seria aplicar as análises feitas por meio do Roteiro a sequências didáticas e Projetos de Ensino. Por fim, adaptar alguns tópicos do Roteiro para que o escopo de atuação dele aumente para além da Física.

## REFERÊNCIAS

1. OLIVEIRA, Bernardo Jefferson de. Cinema e imaginário científico. ***História, ciências, saúde-Manguinhos***. 2006, Vol. XIII, pp. 133-150.
2. DUARTE, Rosália. ***Cinema & educação***. s.l. : Autêntica, 2017.
3. ARAÚJO, S. A. Possibilidades pedagógicas do cinema em sala de aula. ***Revista Espaço Acadêmico***. Mensal, 2007, 79.
4. PIASSI, Luis Paulo de Carvalho. ***Contatos: a ficção científica no ensino de ciências em um contexto sociocultural***. s.l. : Universidade de São Paulo, 2007. Tese de Doutorado.
5. ALIGHIERI, Dante. ***A Divina Comédia***. [trad.] José Pedro Xavier Pinheiro. Jandira, SP : Principis, 2020.
6. SAGAN, Carl. ***Cosmos***. [trad.] Paul Geiger. São Paulo : Companhia das Letras, 2017.
7. VERNE, Júlio. ***Da Terra à Lua***. [trad.] Frank de Oliveira. Jandira, SP : Principis, 2020.
8. FERREIRA, Júlio César David; RABONI, Paulo César de Almeida. A ficção científica de Júlio Verne e o ensino de Física: uma análise sobre "Vinte Mil Léguas Submarinas". ***Caderno Brasileiro de Ensino de Física***. 2013, Vol. 30, pp. 84-103.
9. WELLS, H. G. ***A máquina do tempo***. [trad.] Luisa Facincani. Jandira, SP : Principis, 2020.
10. ASIMOV, Isaac. ***Pedra no Céu***. [trad.] Aline Storto Pereira. São Paulo : Aleph, 2016.
11. —. ***O fim da Eternidade***. [trad.] Susana Alexandria. São Paulo : Aleph, 2019.
12. LUCAS, George. ***Star Wars: Episódio IV - Uma Nova Esperança***. [Streaming]. Lucasfilms, 1977.
13. SCOTT, Ridley. ***Alien: o 8.º passageiro***. [DVD]. [prod.] Gordon Carroll, David Giler e Walter Hill. Brandywine Productions; 20th Century Studios , 1979.
14. CLARKE, Arthur C. ***O fim da infância***. [trad.] Carlos Angelo. 3ª. São Paulo : Aleph, 2019.
15. —. ***O encontro com Rama***. [trad.] Susana L. Alexandria. 3ª. São Paulo : Aleph, 2020.
16. —. ***2001: Uma Odisseia no Espaço***. [trad.] Fábio Fernandes. 3ª. São Paulo : Aleph, 2020.




17. KUBRICK, Stanley. **2001: Uma Odisseia no Espaço**. [DVD]. [prod.] Stanley Kubrick e Arthur C. Clarke. Metro-Goldwyn-Mayer; Hawk Films, 1968.
18. SCHAFFNER, Franklin J. **O Planeta dos Macacos**. [Streaming]. [prod.] William Eckhardt. Legendary; 20th Century Fox, 1968.
19. BOULLE, Pierre. **O Planeta dos Macacos**. [trad.] André Telles. 3. São Paulo : Aleph, 2020.
20. CALVINO, I. **Porque ler os clássicos**. São Paulo : Companhia das Letras, 1993.
21. CANDIDO, A. **O direito à literatura**. In: \_\_\_\_\_. *Vários escritos*. 3ª. São Paulo : Duas Cidades, 1995.
22. WEIR, Andy. **Perdido em Marte**. [trad.] Marcello Lino. São Paulo : Arqueiro, 2015.
23. SCOTT, Ridley. **Perdido em Marte**. [Streaming]. [prod.] Simon Kinberg, et al. Scott Free Productions; Kinberg Genre; TSG Entertainment; 20th Century Fox, 2015.
24. RUSSO, Anthony; RUSSO, Joe. **Vingadores: Ultimato**. [Streaming]. Marvel Studios; Walt Disney Studios; Motion Pictures, 2019.
25. HAWKING, Stephen. **Uma breve história do tempo**. [trad.] Cássio de Arantes Leite. Rio de Janeiro : Intrínseca, 2015.
26. —. **O universo numa casca de noz**. [trad.] Cássio de Andrade Leite. Rio de Janeiro : Intrínseca, 2016.
27. SAGAN, Carl. **Contato**. [trad.] Donaldson M. Garschagen. São Paulo : Companhia das Letras, 2008.
28. DUBECK, Leroy W.; BRUCE, Matthew H.; SHMUCKLER, Joseph S.. Science fiction aids science teaching. **The Physics Teacher**. 1990, pp. 316-319.
29. SOUTHWORTH, T. Modern physics and science fiction: a mini-unit for high school physics. **The Physics Teacher**. 1987, pp. 90-91.
30. MARTINS-DIAZ, J. M. et al. Science fiction comes into the classroom: maelstrom II. **Phys. Educ**. 1992, Vol. XXVII, pp. 18-23.
31. DARK, M. Using science fiction movies in introductory physics. **Phys. Teach**. 2005, Vol. XLIII, pp. 463-465.
32. PIASSI, Luís Paulo; PIETROCOLA, Maurício. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de encontrar erros em filmes. **Educação e pesquisa**. 2009, Vol. XXXV, pp. 525-545.
33. TYSON, Neil deGrasse. **Astrofísica para apressados**. [trad.] Alexandre Martins. 2ª. São Paulo : Planeta, 2017.

34. CHAO, C. et al. Impact of movie streaming over traditional DVD movie rental—An empirical study. *Journal of Industrial and Intelligent Information*. 2016, Vol. IV, 2.
35. PENAFRIA, Manuela. Análise de Filmes-conceitos e metodologia (s). *In: VI Congresso Sopcom*. 2009, pp. 6-7.
36. MASCARELLO, Fernando. *História do cinema mundial*. s.l. : Papirus Editora, 2015.
37. KORNIS, Mônica Almeida. História e Cinema: um debate metodológico. *Revista estudos históricos*. 1992, Vol. V, 10, pp. 237-250.
38. WELLS, H. G. *A ficção científica de H. G. Wells*. [trad.] Renata Lourenço. Carapicuíba, SP : Pandorga, 2020.
39. ODERICH, C. L.; BALDI, M. A força do cinema para a massificação ou para a promoção da diversidade cultural. *Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade*. 2017, Vol. III, 3.
40. ZIERHUT, Daniel Arias; LUNKES, Rafaeli Francini. Tendências da indústria cinematográfica de Hollywood: uma análise das maiores bilheterias dos últimos cinco anos. *XVII Congresso de Ciências da Comunicação na Região Sul*. 2016.
41. RUSSO, Anthony; RUSSO, Joe. *Vingadores: Guerra Infinita*. [Streaming]. Marvel Studios; Walt Disney Studios; Motion Pictures, 2018.
42. NOLAN, Christopher. *Interestelar*. [Streaming]. Legendary Pictures; Syncopy Films; Lynda Obst Productions; Paramount Pictures; Warner Bros. Pictures, 2014.
43. MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. *Estudos avançados*. 2018, Vol. XXXII, pp. 73-80,.
44. CARMO, Leonardo. O cinema do feitiço contra o feiticeiro. *Revista Iberoamericana de educación*. 2003, Vol. XXXII, pp. 71-94.
45. FRESQUET, Adriana. *Cinema e educação: reflexões e experiências com professores e estudantes de educação básica, dentro e "fora" da escola*. . s.l. : Autêntica, 2020.
46. SILVA, Roseli Pereira. *Cinema e educação*. São Paulo : Cortez, 2007.
47. GALVÃO, Elisandra. *A ciência vai ao cinema: uma análise de filmes educativos e de divulgação científica no Instituto Nacional do Cinema Educativo (INCE)*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004. Dissertação de Mestrado.
48. CAMERON, James. *Avatar*. [Streaming]. Lightstorm Entertainment; Dune Entertainment; 20th Century Fox, 2009.
49. VANOYE, Francis. *Ensaio sobre a análise fílmica*. s.l. : Papirus, 2006.

50. SILVA JUNIOR, Nélon. **Ciência e cinema: um encontro didático pedagógico em Anjos e Demônios e O Nome da Rosa**. Ponta Grossa, PR : Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018. p. 264. Tese de Doutorado.
51. OLIVEIRA, Luciano Denardin de. Titanic, Jack, Rose e o Princípio de Arquimedes. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. 2012, Vol. XXIX, 2, pp. 283-288.
52. THORNE, Kip. **The science of Interstellar**. s.l. : WW Norton & Company, 2014.
53. VOGLER, Christopher. **A jornada do escritor: estrutura mítica para escritores**. Aleph : São Paulo, 2015.
54. LIN, Justin. **Velozes e Furiosos 6**. [esc.] Streaming. Relativity Media; Original Film; One Race Films; Universal Pictures, 2013.
55. CUARÓN, Alfonso. **Gravidade**. [Streaming]. Esperanto Filmoj; Heyday Films; Warner Bros. Pictures, 2013.
56. MOREIRA, Marco Antonio; OSTERMANN, Fernanda. Sobre o ensino do método científico. **Caderno catarinense de ensino de física**. 1993, Vol. X, 2, pp. 108-117. (ago. 1993).
57. ORWELL, George. **1984**. [trad.] Luisa Geisler. Barueri, SP : Novo Século Editora, 2021.
58. SOBEL, Dava. **Os Planetas**. [trad.] Carlos Afonso Malferrari. São Paulo : Companhia das Letras, 2006.
59. SAGAN, Carl. **Um pálido ponto azul: uma visão do futuro da humanidade no espaço**. [trad.] Rosaura Eichenberg. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.
60. FORTES, Elaine Cristina Ferreira Silva; AZEVEDO, Franciane; KOLLAND, Marcos. Desvendando o Endereço Físico do Telescópio James Webb. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. 2018, Vol. XL.
61. BRANAGH, Kenneth. **Thor**. [Streaming]. Marvel Studios; Paramount Pictures, 2011.
62. ANDERSON, Paul W. S. **O enigma do horizonte**. [Streaming]. Golar Productions; Impact Pictures; Paramount Pictures; CIC Video, 1997.
63. HAWKING, Stephen. **Breves respostas para grandes questões**. [trad.] Cássio de Arantes Leite. Rio de Janeiro : Intrínseca, 2018.
64. KING, Stephen. **It: a coisa**. [trad.] Regiane Winarski. Rio de Janeiro : Objetiva, 2014.
65. NELSON, Gary. **O Buraco Negro**. [Streaming]. Buena Vista Distribution, 1979.

66. ***Perdidos no Espaço***. [Streaming]. Netflix, 2017.
67. *Wikimedia Commons*. [Online] [Citado em: 27 de Novembro de 2022.] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Observing%20%94and%20%94Active\\_Galactic\\_Nuclei\\_with\\_the\\_Event\\_Horizon\\_Telescope\\_Fig3.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Observing%20%94and%20%94Active_Galactic_Nuclei_with_the_Event_Horizon_Telescope_Fig3.png).
68. EINSTEIN, Albert. ***A teoria da relatividade: sobre a teoria da relatividade especial e geral***. [trad.] Silvio Levy. Porto Alegre, RS : L&PM, 2019.
69. NUSSENZVEIG, H. Moysés. ***Curso de Física básica, 1: mecânica***. 5ª. São Paulo : Blucher, 2013.
70. LOPES, Wilson. O Limite de Roche. ***Revista Brasileira de Ensino de Física***. 1992, Vol. XIV, 1.
71. O'NEIL, Gerard K. ***The High Frontier: human colonies in space***. New York, NY : Alumni, 1977.

**ANEXO**



# **ROTEIRO PARA ANÁLISE DE FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA PARA USO EM AULAS DE FÍSICA**

**Erisvaldo de Souza Alencar**

**Orientador: Cícero Thiago Gomes dos  
Santos**

**Vinculado ao Trabalho de Conclusão  
de Curso "Proposta de Roteiro para  
análise de filmes de ficção  
científica para uso em aulas de  
Física"**

**IFSertãoPE-2022**

Prezado (a)

O material aqui apresentado é fruto do Trabalho de Conclusão do Curso realizado no IFSertãoPE, *Campus* Petrolina, como pré-requisito à conclusão do curso de Licenciatura em Física. A pesquisa intitulada como “Proposta de Roteiro Para Análise de Filmes de Ficção Científica Para Uso em Aulas de Física” surgiu das possibilidades educacionais que as narrativas das obras de ficção científica possuem. Não existe um método universal aceito para análise de filmes, no entanto, seguindo os trabalhos de Piassi e Pietrocola [32], Penafria [35], Silva Junior [50] e diversos outros, juntamente com a leitura de trabalhos que fazem análises fílmica, foi possível criar um material que guiasse aqueles que desejam usar obras de ficção científica em sala de aula.

O método aqui apresentado está separado em três partes. A priori o professor precisa saber se ele quer mostrar um fato verossímil ou uma extrapolação de um conceito, por isso se faz necessário saber o nível de cientificidade que se quer usar. Esse primeiro passo é importante porque vai guiar as maneiras de se aplicar aquele filme, vide que obras com muita fantasia e com Física Extrema<sup>8</sup> possuem menos aplicabilidade para mostrar coisas reais, mas por outro lado, são fontes de referências para obter extrapolações das leis físicas. O segundo passo é separar o filme em partes, escrever um pequeno resumo daquele trecho e destacar os pontos científicos ali abordados. Por fim, separando os conceitos científicos em cada parte, descreve-se a teoria real por trás do conceito mostrado.

A última parte vai depender do quanto o professor é inserido no conteúdo que o filme propõe mostrar. Essa terceira parte vai guiar o docente pelos caminhos de aplicação, pois quanto mais profunda for a pesquisa do professor a respeito da teoria mostrada no filme, maior serão as possibilidades. Visando deixar o processo da metodologia sistemático, foi criado um Roteiro em formato de tabela que ao ser preenchida deve conter as informações necessárias para a aplicação de um filme em sala de aula. Além disso, é disponibilizado também uma análise a respeito do filme *Interestelar*, dirigido por Christopher Nolan. A análise de *Interestelar* está mais completa na monografia “Proposta de Roteiro Para Análise de Filmes de Ficção Científica Para Uso em Aulas de Física”, bem como meios de relacionar os fatos que acontecem no filme com situações do cotidiano.

---

<sup>8</sup> O termo Física Extrema aqui está relacionado a situações que conceitos físicos são extrapolados, mas embasados em alguma teoria.

### Roteiro para análise filmes e possíveis aplicações

<b>Filme:</b>		
<b>Título Original:</b>		
<b>Diretor (a):</b>		<b>Produtores:</b>
<b>Produtora:</b>		<b>Distribuidora:</b>
<b>Data de lançamento:</b>	<b>Duração:</b>	<b>Onde adquirir:</b>
<b>Restrição de idade:</b>		<b>Gênero:</b>
<b>Sinopse</b>		
<b>1° parte</b>		
<b>Resumo:</b>		
<b>Elementos-Chave:</b>		
<b>A Física nos Elementos-Chave:</b>		
<b>Áreas de possíveis aplicações:</b>		
<b>2° parte</b>		
<b>Resumo:</b>		
<b>Elementos-Chave:</b>		



<b>A Física nos Elementos-Chave:</b>	
<b>Áreas de possíveis aplicações:</b>	
<b>3° parte</b>	
<b>Resumo:</b>	
<b>Elementos-Chave:</b>	
<b>A Física nos Elementos-chave:</b>	
<b>Áreas de possíveis aplicações:</b>	
<b>4° parte</b>	
<b>Resumo:</b>	
<b>Elementos-Chave:</b>	
<b>A Física nos Elementos-Chave:</b>	
<b>Áreas de possíveis aplicações:</b>	
<b>Conteúdos Explícitos:</b>	<b>Conteúdos Implícitos:</b>

## Guia de Uso

As áreas em cinza são referentes às informações técnicas do filme que podem ser encontradas na mídia onde se encontra o filme ou na internet. Essas informações são necessárias para referenciar a obras citada:

- 1) **Filme:** título da obra escolhida em português
- 2) **Título Original:** o título original dos filmes por muitas vezes não é uma tradução direta da língua original. Por vezes a tradução do título dos filmes é adaptado para atender um apelo comercial.
- 3) **Diretor(a):** o diretor, ou cineasta, é o orientador de todo o processo da criação das obras cinematográficas. Na produção de um filme existe o diretor de segunda unidade para dirigir cenas menores, mas o diretor principal vai unir as cenas maiores com as menores, aplicar a trilha sonora e fiscalizar o processo de montagem.
- 4) **Produtores:** os produtores podem ter diversas finalidades e por isso os filmes geralmente possuem mais de um. Eles podem ser responsáveis por proteger os direitos da obra, contratar o diretor, montar todo o restante da equipe, supervisionar a escolha de elenco e coordenar o trabalho desde a pré-produção até as etapas finais.
- 5) **Produtora:** as produtoras são as grandes responsáveis por colocar dinheiro e bancar os custos de criação dos filmes.
- 6) **Distribuidora:** a distribuidora é responsável por entregar os filmes. Antigamente essas distribuidoras distribuíam os filmes diretamente para o cinema, mas com o aumento das plataformas de streaming a distribuição e a produção de muitas obras são feitas pela mesma empresa.
- 7) **Data de lançamento:** as datas de lançamento podem ser diferentes, vide que muitas vezes os filmes são lançados em partes do mundo em datas diferentes. Caso seja preciso fazer alguma menção sobre quando o filme foi lançado, privilegie a data de lançamento internacional.
- 8) **Duração:** a duração é muito importante para o professor saber como ele planejará uma forma de aplicar o filme. Se o filme for muito longo o professor pode dividir o filme em partes iguais para que a análise seja feita.
- 9) **Onde adquirir:** as distribuidoras lançam os filmes para as plataformas de streaming

e é lá onde se pode assistir um filme quando ele não está mais no cinema.

- 10) **Restrição de idade:** serve para saber se o filme usado possui algum tipo de cena que seja inapropriada para o público que você deseja mostrar.
- 11) **Gênero:** a pesquisa pelo gênero do filme vai guiar o docente para saber mais ou menos o nível de cientificidade que o filme possui. Se na pesquisa do filme aparecem termos como ficção científica e aventura ou fantasia, é bem provável que essa história, caso seja necessário, vai priorizar o enredo fantabuloso ao invés de colocar conceitos físicos.

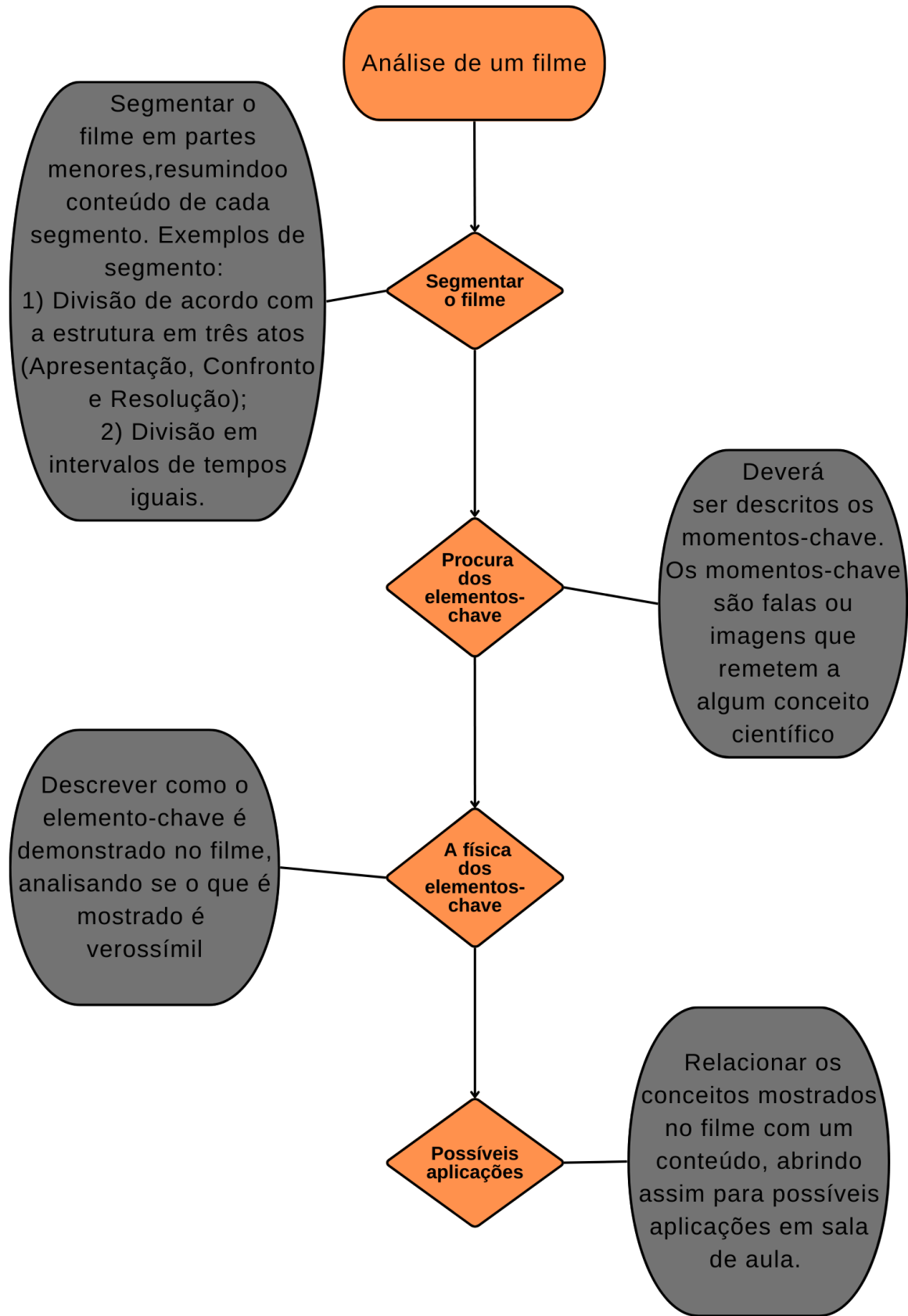
O que for escrito em tons de laranja se refere a análise do conteúdo e a segmentação do filme:

- 1) **Sinopse:** a sinopse do filme servirá para situar o docente que vai analisar o filme sobre qual é o eixo norteador da história.
- 2) **Segmentar o filme em partes menores:** um filme pode ser muito longo para ser abordado em sala de aula, então é preciso dividi-lo em partes menores para serem analisadas. Os meios de dividir podem ser diversos e os mais comuns são: dividir em três atos como é baseada a jornada do herói; dividir o filme em duas, três ou quatro partes com tempos iguais; ou dividir baseado na localização em que os personagens se encontram durante a narrativa. *Interestelar* que é o exemplo de aplicação desse roteiro foi dividido em quatro partes referentes à localização em que as cenas se passam durante a história. No entanto, mesmo em *Interestelar* você pode optar por dividir de outras maneiras.
- 3) **Resumos dos segmentos:** após separar o filme em partes, deverá ser escrito um resumo de como a narrativa se deu nesse segmento. É importante notar termos ou imagens que remetem à Física nesses resumos.
- 4) **Levantar os Elementos-Chave em cada parte:** Os elementos-chave são proporcionais ao que são as palavras-chave nos resumos acadêmicos. Com a divisão do filme feita você terá uma seção do filme para análise. Dessa seção é necessário fazer um resumo de poucas linhas contendo os principais fatos que aconteceram na história do filme durante esse segmento. Os Elementos-Chave podem ser diálogos ou imagens com caráter científico. Os diálogos envolvem diretamente algum termo científico sendo dito. As imagens necessitam de maior interpretação por parte de quem vai analisar, isso porque ela contém uma ideia nas

entrelinhas que sugere algo e necessita de conhecimentos prévios para identificar o conceito por trás da cena. Com esse resumo em mãos o professor saberá os pontos científicos que foram abordados naquele recorte. É possível que com essa divisão do filme haja partes que não tenham nada que se possa aproveitar em sala de aula. Por isso há filmes em que o professor pode optar por mostrar só uma cena específica achada na segmentação das partes ao invés de usar o filme completo.

- 5) **A Física dos Elementos-Chave:** Os Elementos-Chave irão identificar cenas ou imagens com algum conceito físico. Esse conceito deve ser descrito como é mostrado no filme, pois isso vai definir possíveis aplicações.
- 6) **Áreas de possíveis aplicações:** Com os conceitos físicos levantados, basta relacionar eles com os conteúdos abordados em sala de aula. Se um filme trata sobre um buraco negro por exemplo, a Física por trás daquele fenômeno natural vai ser a gravidade. Ou seja, esse ponto do roteiro serve para relacionar os conceitos presentes nos filmes com as áreas da Física.
- 7) **Conteúdos explícitos:** são as temáticas abordadas de forma direta, onde além da fala sobre o tema o filme vai ter alguma imagem que leva o telespectador a pensar sobre o que está acontecendo.
- 8) **Conteúdos implícitos:** os conteúdos implícitos estarão em geral em uma linha de diálogo que não será retomada ao decorrer da narrativa. Em outros casos, vai ter a imagem na tela de algo, mas os personagens não tratarão sobre aquilo que está sendo visto. Em ambos os casos, os conteúdos implícitos necessitam tanto da atenção por parte de quem está observando, quanto dos conhecimentos prévios sobre o assunto.

### Fluxograma com os passos para análise fílmica



### Aplicação do roteiro para Interestelar

<b>Filme:</b> Interestelar		
<b>Título Original:</b> Interstellar		
<b>Diretor (a):</b> Christopher Nolan		<b>Produtores:</b> Christopher Nolan; Emma Thomas; Kip Thorne; Lynda Obst
<b>Produtora:</b> Legendary Pictures; Syncopy Films; Lynda Obst Productions		<b>Distribuidora:</b> Paramount Pictures; Warner Bros. Pictures
<b>Data de lançamento:</b> 26/10/2014	<b>Duração:</b> 169 min	<b>Onde adquirir:</b> HBO Max (Assinatura); Youtube (Aluguel); Google Play Filmes e TV (Aluguel); Prime Vídeo (Aluguel)
<b>Restrição de idade:</b> Não há		<b>Gênero:</b> Ficção científica
<b>Sinopse</b>		
<p>Vivendo em um futuro onde pragas devastam as lavouras, Cooper (Matthew McConaughey), um habilidoso engenheiro e ex-piloto da Nasa vive com sua família em uma fazenda cultivando milho, um dos poucos alimentos que as pragas ainda não contaminaram. As reservas naturais da Terra estão terminando e um grupo de astronautas têm a missão de verificar sinais vindos do espaço interestelar para procurar um novo lar. Cooper se junta à equipe formada por Amelia Brand (Anne Hathaway), Jenkins (Marlon Sanders) e Doley (Wes Bentley) em uma missão que durará anos em busca de um novo lar. Com o passar dos anos a filha mais nova de Cooper que ficou na Terra, Murph (Mackenzie Foy e Jessica Chastain) investe à sua maneira em meios para salvar a população da Terra.</p>		
<b>1° parte (1:00 – 43:00)</b>		
<b>Resumo:</b>	Depois de uma tempestade de areia, padrões estranhos começam a aparecer no quarto de Murph, filha caçula de Cooper, que sugere ao pai ser fantasmas se comunicando por	

	<p>algum tipo de sinal. Depois de uma investigação, Cooper descobre que os padrões observados no quarto de Murph na verdade são sinais binários que produzem coordenadas geográficas.</p>
<b>Elementos-Chave:</b>	<p>1 - Explicação sobre o método científico;  2 - A importância das viagens espaciais;  3 - A negação a respeito das viagens Apollo à Lua.</p>
<b>A Física nos Elementos-Chave:</b>	<p>1 - Em apenas uma linha de diálogo Cooper explica a Murph que os fenômenos que acontecem no quarto dela devem ser investigados, desconsiderando o senso comum e aplicando o método científico, ele demonstra que não são fantasmas que estão no quarto dela, mas sim coordenadas em Código Morse.</p> <p>2 - Em uma discussão com a professora de Murph devido ela usar livros antigos que falavam sobre as viagens espaciais, Cooper cita que foi a negação e a falta de investimentos na exploração espacial que fez parar a produção de certos equipamentos que servem para o tratamento de saúde das pessoas. De fato, é na Estação Espacial Internacional que diversos equipamentos médicos são testados devido às condições que o vácuo do espaço possui. Além disso, são vários os equipamentos que foram feitos inicialmente para uso no espaço e posteriormente foram incorporados ao uso diário dos seres humanos.</p> <p>3 - Seguindo ainda a conversa de Cooper com a professora de Murph, há uma linha de diálogo em que ela cita que as viagens das missões Apollo à Lua foram um golpe para acabar com o governo Soviético. Em uma época em que ainda existem pessoas propagando notícias que a Terra é plana, existem também aqueles que ainda acreditam que as missões Apollo foram invenções. Existem, porém, diversos fatores que provam o contrário, desde fotos, equipamentos deixados na Lua, e o fato lógico de que durante a Guerra Fria a União Soviética tinha tecnologia suficiente para saber se os norte-americanos tinham</p>

	ou não ido à Lua.
<b>Áreas de possíveis aplicações:</b>	Os assuntos abordados na primeira parte de <i>Interestelar</i> podem ser argumentos plausíveis para introduzir o método científico para os estudantes. Além disso, ele trata sobre conceitos históricos e a importância no investimento da ciência espacial.
<b>2° parte (43:00 – 1:06:00)</b>	
<b>Resumo:</b>	Seguindo as coordenadas, Cooper e Murph chegam à Nasa. Lá eles descobrem que há uma missão espacial que tem o objetivo de salvar a raça humana das pragas. Por sua experiência como piloto, Cooper é convidado a fazer parte da tripulação, saindo em uma viagem espacial até um Buraco de Minhoca. Ele aceita a missão, mesmo sabendo que isso vai custar anos junto da sua família.
<b>Elementos-Chave:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 - A viagem longa pelo espaço;</li> <li>2 - O estilingue gravitacional em marte;</li> <li>3 - O conceito de Buraco de Minhoca.</li> </ol>
<b>A Física nos Elementos-Chave:</b>	1 - Com a humanidade cada vez mais perto de voltar à Lua com as missões <i>Ártemis</i> (irmã de <i>Apollo</i> ), e com empresas planejando levar o ser humano para Marte até o fim da década, a pergunta de como os seres humanos aguentariam as viagens espaciais vem à tona. <i>Interestelar</i> usa a ideia de criogenia, mas não trata de fatores como por exemplo, como o ser humano adaptado a viver com uma determinada gravidade, com a luz solar, e com diversos outros fatores vai sobreviver a essas viagens. Relatos de astronautas como o do brasileiro Marcos Pontes mostram que mesmo as viagens curtas afetam muito a saúde, vide que ele passou menos de dez dias no espaço e voltou para terra com problemas de audição e vitiligo. Será que o ser humano pode viver em um ambiente diferente ao que ele se adaptou no planeta Terra?



	<p>2 - A ideia do estilingue gravitacional usado em <i>Interestelar</i> é um recurso comum em praticamente todas as sondas que o ser humano já enviou para outros planetas. As <i>Voyagers</i> que foram lançadas para uma viagem sem volta para o espaço interestelar, ao passar pelos campos gravitacionais de Júpiter e Saturno, além de fazer diversos registros dos planetas e suas luas, usou a atração gravitacional dos planetas para acelerá-los. Em dois momentos é usado esse conceito no filme: primeiro ao passar por Marte e depois quando Cooper quer dar a volta no Gargantua.</p> <p>3 - A ideia da existência dos Buracos de Minhoca surgiu em meados dos anos de 1930 por Albert Einstein e Nathan Rosen. Em 1935, Albert Einstein e Nathan Rosen escreveram um artigo que ficou muito popular mostrando que a relatividade geral permite o que eles chamaram de “pontes”, onde partes distantes do espaço estão ligados por elas. Existe a ideia de que as pontes de Einstein-Rosen duram pouco tempo e isso gerou o conceito de que eles precisam ser colocados por “alguém”, pois elas não podem existir por tempo suficiente para fazer uma viagem por eles. Esse “alguém” foi adaptado pelos escritores de ficção científica para civilizações tecnológicas que dominam o espaço-tempo. Até por isso, <i>Interestelar</i> usa o termo “eles” ao explicar sobre quem colocou o Buraco de Minhoca lá.</p>
<p><b>Áreas de possíveis aplicações:</b></p>	<p>As viagens espaciais podem ser tema de discussão sobre temas contemporâneos da Física; o estilingue gravitacional idem, com o incremento que pode ser abordado nos assuntos sobre a gravidade. Os Buracos de Minhoca podem ser uma introdução à Física Moderna e aos conceitos de Relatividade Geral.</p>
<p><b>3° parte (1:06:00 – 2:12:00)</b></p>	

<b>Resumo:</b>	Passando pelo Buraco de Minhoca, a tripulação chega a um sistema planetário com três planetas que orbitam um Buraco Negro. Na visita ao primeiro planeta, a tripulação passa por um imprevisto que faz Cooper ver que anos juntos a sua família foram perdidos, apressando-o para visitar os outros planetas e acabar a missão o mais rápido possível. Isso faz Cooper usar uma manobra para contornar o Buraco Negro e chegar ao segundo destino.
<b>Elementos-Chave:</b>	1 - Visita ao planeta Miller; 2 - Passagem ao redor Gargantua.
<b>A Física nos Elementos-Chave:</b>	1 - O planeta de Miller traz mais de um momento para ser analisado. Miller orbita um Buraco Negro e isso faz o seu tempo desacelerar, ao passo que ficar algumas horas nesse planeta vai fazer com que os tripulantes experimentem o Paradoxo dos Gêmeos. Outro ponto a se tratar é sobre o tamanho das ondas produzidas pelas forças de maré que o Gargantua produz. O ponto de discussão é se essa força de maré pelo Limite de Roche não desintegraria o planeta pela distância que ele está do Buraco Negro. 2 - A passagem pelo Gargantua traz novamente a ideia do Estilingue Gravitacional, quando Cooper usa a gravidade para chegar ao planeta de Mann. Relacionar o Buraco Negro do filme com as imagens Event Horizon Telescope que trazem certas semelhanças.
<b>Áreas de possíveis aplicações:</b>	Os fatos acontecidos no planeta de Miller podem ser abordados ao tratarmos sobre a dilatação do tempo. Os motivos pelo qual o relógio biológico da tripulação da Endurance desacelerou e o porquê de a informação não sair do planeta estão diretamente ligados à forte gravidade do local. Da mesma forma, as ondas gigantes e o Limite de Roche podem ser pontos a serem discutidos. Além disso, a imagem do Gargantua pode ser comparada as atuais imagens do Buraco Negro M87.

<b>4° parte (2:12:00 - Final)</b>	
<b>Resumo:</b>	Após as visitas aos planetas de Miller e de Mann, Cooper fica sem combustível para voltar para casa. Como última solução, Cooper resolve entrar no Buraco Negro para buscar dados e transmiti-los para que o problema da gravidade pudesse ser resolvido. Nesse momento, Cooper descobre que o tempo não é linear, e dentro do Buraco Negro ele consegue mandar mensagens para que Murph solucione o problema da gravidade.
<b>Elementos-Chave:</b>	Entrada no Buraco Negro; Não linearidade do tempo; O Cilindro de O'Neil.
<b>A Física nos Elementos-Chave:</b>	A quarta parte da análise fílmica por coincidência é composta por conceitos que foram previamente determinados como Física Extrema. A entrada no Buraco Negro seria um problema, vide que no Horizonte de Eventos a força seria tão intensa que nem a luz escapa, e segundo Stephen Hawking o astronauta sofreria o processo de espaguetificação. Dentro do Buraco Negro, Cooper vê uma dimensão em que todas as linhas do tempo estão interligadas, e isso permite que ele se veja no passado. E o Cilindro de O'Neil é uma estrutura proposta que serviria para a colonização humana em outros planetas ou luas, onde a gravidade do cilindro permite usufruir mais espaço.
<b>Áreas de possíveis aplicações:</b>	A física extrema pode ser tratada de forma especulativa. Como é apresentado em Interestelar, todas essas partes estão relacionadas à gravidade.
<b>Conteúdos Explícitos:</b> Viagem interestelar; Buracos Negros; Buracos de Minhoca; Relatividade Geral	<b>Conteúdos Implícitos:</b> Negação de fatos históricos; Estilingue gravitacional; Paradoxo dos Gêmeos; Viagem no tempo; Cilindro de O'Neil