



Universidade de Brasília  
Instituto das Artes  
Departamento de Artes Visuais

MARIA CAROLINA D'AVILLA MORAES

A COSMOLOGIA MODERNA E SUA ICONOGRAFIA: 1960-2020

Brasília – DF  
2023

MARIA CAROLINA D'AVILLA MORAES

**A cosmologia moderna e sua iconografia: 1960-2020**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Artes Visuais como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Teoria, Crítica e História da Arte.

Professor Orientador: Gustavo Lopes de Souza

Brasília – DF  
2023

## **Agradecimentos**

À minha mãe, por ter me ensinado a ler, por me levar e buscar da escola, percorrendo mais de 120 km diários para isso, e por todos os almoços frios na porta da escola para que eu não perdesse nenhuma oportunidade de estudar.

À minha irmã, por ser a melhor prima e amiga do mundo, por ter me abraçado e segurado minha mão em momentos difíceis, por ter sido o meu primeiro grande amor e ter vindo pra minha vida.

Ao meu companheiro, por ser meu amigo e apoiador, por me ensinar a felicidade e o amor, por me ajudar nos estudos, e por abrir os meus olhos para a vastidão e a beleza da vida.

Ao meu orientador, professor Gustavo Lopes, por ter aceitado me orientar logo no primeiro semestre, por ser profundamente humano e compreender minhas limitações e por sempre tomar minhas ideias como grandiosas.

Ao professor Cássio Laranjeiras, do Instituto de Física, por ter sido a melhor coincidência como último professor da graduação, por acreditar que Arte e Ciência caminham lado a lado e por sempre valorizar o ensino acima de quaisquer diferenças.

À professora Vera Pugliesi, por ter fundado o curso de Teoria, Crítica e História da Arte e, mesmo sem que soubesse, ter viabilizado a realização do sonho que tive aos 12 anos de idade.

Às professoras Euda Fernandes, Karana Machado e Maria Helena de Sousa, do ensino fundamental, por serem provas de que a docência, quando feita com amor, transforma vidas.

A todos os professores do Centro de Ensino Médio Setor Leste, em especial Rubem Ricardo Amador, Eliana Luíza Azevedo, José Henrique Mariano e Luís Guilherme Moreira Batista, por constituírem a fase mais importante da minha vida, me dando oportunidades que nunca teria tido em outro lugar com outras pessoas.

À professora Lauren Wright, da Universidade do Estado do Arizona, por ter sido o elemento mais humano da realização do sonho de estudar em outro país e por ter sido a melhor companhia para museus, concertos orquestrais e sorvetes.

A todos os meus colegas de escola, intercâmbio e faculdade que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui.

E, finalmente, a todos os momentos ruins nos quais cogitei desistir, por me mostrarem que sou muito mais forte e capaz de me reerguer do que imaginei.

“Para criaturas pequenas como nós, a vastidão só é suportável através do amor.”  
Carl Sagan

## RESUMO

O presente trabalho possui o objetivo de estudo e investigação da iconografia de fenômenos cosmológicos teorizados pela física moderna e cuja observação direta não pôde, ainda, ser realizada ou foi realizada muito recentemente. A física moderna deu origem e ampliou campos de estudo da cosmologia, especialmente ao contar com as contribuições de Albert Einstein e Max Planck. Fenômenos como a matéria escura, os buracos negros, as Pontes de Einstein-Rosen e o entrelaçamento quântico foram originados a partir de seus trabalhos, além de fomentar no trabalho de outros cientistas novas possibilidades de compreensão do cosmos, como ocorreu com Kurt Gödel e sua teoria das Curvas Tipo-Tempo Fechadas. Sendo a Arte um dos principais veículos de construção imagética de conceitos abstratos, as teorias da cosmologia moderna ganharam corpo por meio dos trabalhos de artistas, como Chesley Bonestell, desde a década de 1960, ou Lia Halloran, até anos mais recentes. Nesses trabalhos, é possível verificar a forte presença de uma iconografia tradicional e largamente difundida na história da arte. No cinema, esta iconografia adquire nova vida em obras como *2001: Uma Odisseia no Espaço* (1968), *Contato* (1997) e *Interestelar* (2014), e se expande até que, em 2020, culmina em uma rede de referências que dão origem à obra de ficção científica alemã, *Dark*. Dialogando ao mesmo tempo com a Cosmologia moderna e a história da Arte, a série se utiliza de iconografia que remonta a períodos entre o Medievo e o século XVII, além de estabelecer relações com obras contemporâneas, a fim de construir a imagética de fenômenos cosmológicos dos quais, fora da ficção, muito pouco se sabe.

Palavras-chave: Iconografia; Cosmologia Moderna; *Space Art*; Ficção Científica.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
1º CAPÍTULO – A FÍSICA DESDE 1900 E A OBSERVAÇÃO DOS FENÔMENOS COSMOLÓGICOS.....	10
1.1. O escopo da física moderna.....	10
1.2. A Matéria e a Energia Escuras.....	11
1.3. Os buracos negros e os buracos de minhoca.....	12
1.4. O Universo de Gödel.....	15
1.5. O gato de Schrödinger e o entrelaçamento quântico.....	15
2º CAPÍTULO – A ICONOGRAFIA DOS FENÔMENOS NÃO OBSERVADOS: A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.....	18
2.1. Arte e ciência.....	18
2.2. As representações de matéria e energia escuras.....	20
2.3. As representações de buracos negros e buracos de minhoca.....	24
2.4. As representações do entrelaçamento quântico.....	32
3º CAPÍTULO – A ICONOGRAFIA DOS FENÔMENOS NÃO OBSERVADOS: SPACE ART E O CINEMA DE FICÇÃO CIENTÍFICA.....	35
3.1. A Space Art.....	35
3.2. Os fenômenos no cinema de ficção científica.....	46
4º CAPÍTULO – FENÔMENOS NÃO OBSERVADOS: AS REPRESENTAÇÕES NA SÉRIE <i>DARK</i> .....	58
4.1. O enredo de <i>Dark</i> .....	58
4.2. As representações de fenômenos cosmológicos em <i>Dark</i> .....	60
4.3. Símbolos complementares.....	73
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87

## Introdução

Enquanto a cosmologia é um ramo da física e da astronomia que lida com a origem, a forma e as propriedades do Universo, os fenômenos cosmológicos são manifestações ou ações dessas propriedades. Alguns deles, como planetas e estrelas, são há muito observáveis por nós; outros, contudo, somente pudemos conhecer a partir do século XX, e sua observação, em alguns casos, permanece fora do nosso alcance. É desses fenômenos mais recentemente descobertos, e de suas representações visuais, que trata o presente trabalho.

Diferentemente da física clássica, cuja ferramenta de experimentação desempenha um papel fundamental na comprovação de teorias, na cosmologia moderna os fenômenos são pensados, teorizados, calculados e, com alguma sorte e muita tecnologia, alguns deles chegam a ser capturados por meio de potentes telescópios. A postulação e a investigação de fenômenos cosmológicos acompanham a humanidade desde muito antes da ciência moderna. A iconografia desses fenômenos é, pelo menos, tão antiga quanto a Idade do Bronze, quando foi feito no atual território da Alemanha o Disco de Nebra, placa de bronze na qual se representam, em ouro, o Sol, a Lua e algumas estrelas. Mais tarde, os antigos egípcios representariam a Via Láctea como o corpo da deusa Nut, reclinando-se sobre a Terra, representada, por sua vez, como um plano circular pelos babilônios antigos.

Para a filosofia grega clássica, o Universo era um *cosmos*: um todo ordenado e regular, passível de análise racional. Prevalentes por boa parte da história da ciência natural clássica, as postulações de Aristóteles a respeito do cosmos foram uma das principais bases para a iconografia dos fenômenos cosmológicos no Ocidente. O cosmos aristotélico era composto por esferas concêntricas e transparentes que, ao redor da Terra, movimentavam-se circularmente, assim como os planetas, que eram fixados às sete esferas mais próximas da Terra, sendo as estrelas fixadas na maior das esferas, que englobava as demais. O astrônomo greco-egípcio Cláudio Ptolomeu (c. 100 – c. 170) aperfeiçoou o modelo aristotélico, postulando a existência de uma esfera ainda maior que a das estrelas, o *Primum Mobile* (“Primeiro Móvil” ou “Primeiro Movido”), que comunicava seu movimento às demais esferas. O modelo ptolomaico tornou-se muito bem aceito e largamente difundido, inclusive, durante o período do Medievo e os séculos XVII e XVIII, mesmo tendo sido alvo de críticas e refutações por outros pensadores proeminentes dos períodos em questão, como Filopono de Alexandria (século VI), Avicena (980-1037) e Avempace (1106-1138)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> ÉVORA, F. R. R. A Crítica Medieval à Dinâmica Aristotélica.

Na literatura, *A Divina Comédia* (1304-1321), *magnus opus* do escritor italiano Dante Alighieri (1265-1321), é um exímio exemplo disso: na terceira e última parte do livro, *Paraíso*, são descritas as esferas dos céus exatamente como postulou Ptolomeu: sete esferas planetárias, que apresentavam-se ordenadas em Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno, seguidas pela esfera das estrelas, ou firmamento, pelo *Primum Mobile* e, por fim, o Empíreo, o espaço imaterial habitado por Deus. Os problemas impostos a Dante pela natureza do Empíreo estão no âmago de uma questão central para a presente pesquisa: a da representação dos fenômenos cosmológicos não observados. Como representar algo que não apenas não se pode ver, mas que sequer – dada a sua imaterialidade – pode ser concebido em termos visuais? Para solucionar o problema, Dante recorreu à transformação sofrida pelo narrador-protagonista, que, após beber de um rio celeste, é capaz de perceber uma realidade supra-sensível, evocada por símbolos como uma imensa rosa, em cujas pétalas se encontram anjos a rodearem Deus (Figura 1).



Figura 1. Giovanni di Paolo, iluminura em manuscrito da *Divina Comédia*.

No século XVII, cosmologia ptolomaica que servira de base a Dante já estava caindo em descrédito, como exemplifica o poema *Paraíso Perdido* (1667), de John Milton (1608-1674), que explora a cosmologia cristã em aspectos e linguagem inferidos a partir dos ensinamentos da doutrina. Centrado nos temas da guerra celestial e a queda de um terço dos anjos, o épico de Milton também elabora uma representação de fenômenos cosmológicos não observados. O Universo de Milton conta, como o de Dante, com um Empíreo, mas este não se localiza mais ao redor do *Primum Mobile*, mas acima deste, que pende por sua vez do Empíreo



por uma longa corrente. Abaixo do Empíreo e em volta do *Primum Mobile* encontra-se um espaço infinito, de natureza confusa e aterrorizante: o Caos<sup>2</sup>.

Em qualquer um dos exemplos trazidos, bem como em outros inúmeros casos de representações artísticas de fenômenos não observados feitas, pode se afirmar que há, historicamente, uma busca pela compreensão e visualização daquilo que não pode ser diretamente observado ou experimentado. Essa constante busca, que jamais se esgota em questionamentos, fez surgir os campos de investigação da natureza e fomentou as ciências, de modo a tornar o desenvolvimento do campo teórico interdependente do desenvolvimento das tecnologias e da linguagem matemática. Não coincidentemente, cada vez que a tecnologia vigente permitia o estudo de um novo campo, novas e mais complexas teorias surgiram. Após a consolidação da física clássica, ou newtoniana, como uma ruptura com o modelo cósmico apresentado e sustentado anteriormente pelo cristianismo e por Aristóteles, foi durante o século XX que uma nova ruptura se fez, separando a física newtoniana daquela que estava surgindo, com a abertura de uma nova era de investigações científicas e comprovações experimentais. Por fim, é no século XXI que vemos serem colhidos os frutos experimentais das postulações plantadas durante o nascimento da física moderna, em uma contemporaneidade cada vez mais intrigante e misteriosa.

Neste cerne investigativo, os capítulos que se seguirão buscarão desenhar um escopo dos rumos que as representações de fenômenos cosmológicos não observados (ou observados muito recentemente) tomaram a partir da década de 1960 até o ano de 2020. No primeiro capítulo, serão discutidas a física do século XX e algumas das mais proeminentes teorias que se seguiram a partir deste momento. Em seguida, o segundo capítulo se voltará à investigação da iconografia de fenômenos não observados nas imagens e ilustrações realizada para fins de divulgação científica. Após isso, no terceiro capítulo será investigada a iconografia de fenômenos não observados nas artes e no cinema. Finalmente, o quarto capítulo se dedicará a investigar como todas estas referências físicas e iconográficas constituem parte da construção imagética de universo da série alemã *Dark*, encerrada em 2020.

---

<sup>2</sup> O caos e a imensidão da criação divina são derramados ao longo dos versos do poema, que dão a entender em inúmeros momentos que o Jardim do Éden possui uma inclinação ao descontrole devido às suas condições de felicidade, perfumes, sabores e delícias em excesso. Cf. FERREIRA SÁ, L. F., “O jardim todo pesquisar me cumpre”: um estudo sobre O paraíso perdido, de John Milton.

# **1º Capítulo – A física desde 1900 e a observação dos fenômenos cosmológicos**

## **1.1. O escopo da física moderna**

Entende-se por física moderna o período das três primeiras décadas do século XX, marcado pelo surgimento das teorias que fomentaram os trabalhos dos dois principais nomes do período: Albert Einstein (1879-1955), responsável pela Teoria da Relatividade, e Max Planck (1859-1947), cujo trabalho fundamentou todo o campo da Física Quântica, e cuja hipótese quântica foi fundamentada em 1900. Apenas cinco anos mais tarde, Albert Einstein publicou sua Teoria da Relatividade Restrita, ou Especial, colocando-se entre os físicos mais importantes de seu tempo. Além deste importante trabalho, Einstein publicou, no mesmo ano, um artigo baseado no trabalho de Planck a respeito do efeito fotoelétrico, contribuindo também para a consolidação da física quântica. A partir das postulações e estudos de campo estabelecidos no início século XX, e com a renovação do interesse e das funções a que servia a ciência, os anos seguintes, incluindo os anos da Segunda Grande Guerra e da Guerra Fria, definiram as novas direções evolutivas da física e atribuíram a ela o poder de determinação da verdadeira natureza do conhecimento.

Os trabalhos de Planck e Einstein produziram uma série de consequências impactantes à história da ciência de modo tão revolucionário quanto as postulações de Copérnico, Galileu ou Newton. A publicação da Teoria da Relatividade Restrita, por exemplo, levou o seu próprio fundador a elaborar uma tese mais aprofundada e, por que não dizer, ainda mais revolucionária: a Teoria da Relatividade Geral, de 1915. O artigo em que esta tese foi publicada a conjugava com a Relatividade Restrita, e buscava explicar situações em que a física newtoniana aparentava falha. Enquanto a Relatividade Restrita afirmava que tanto as leis da natureza quanto a velocidade da luz são as mesmas em todo um sistema inercial, a Relatividade Geral ampliou estes postulados aos sistemas não-inerciais, ou seja, enquanto a Relatividade Restrita aplicava-se a um universo estático, a Relatividade Geral tratava de um universo em movimento de expansão. A segunda parte da teoria é a mais difundida e aceita culturalmente, uma vez que é nela que Einstein descreveu a gravidade como uma distorção no tecido do espaço-tempo causada pela massa de um corpo celeste, conforme visto na figura 2.

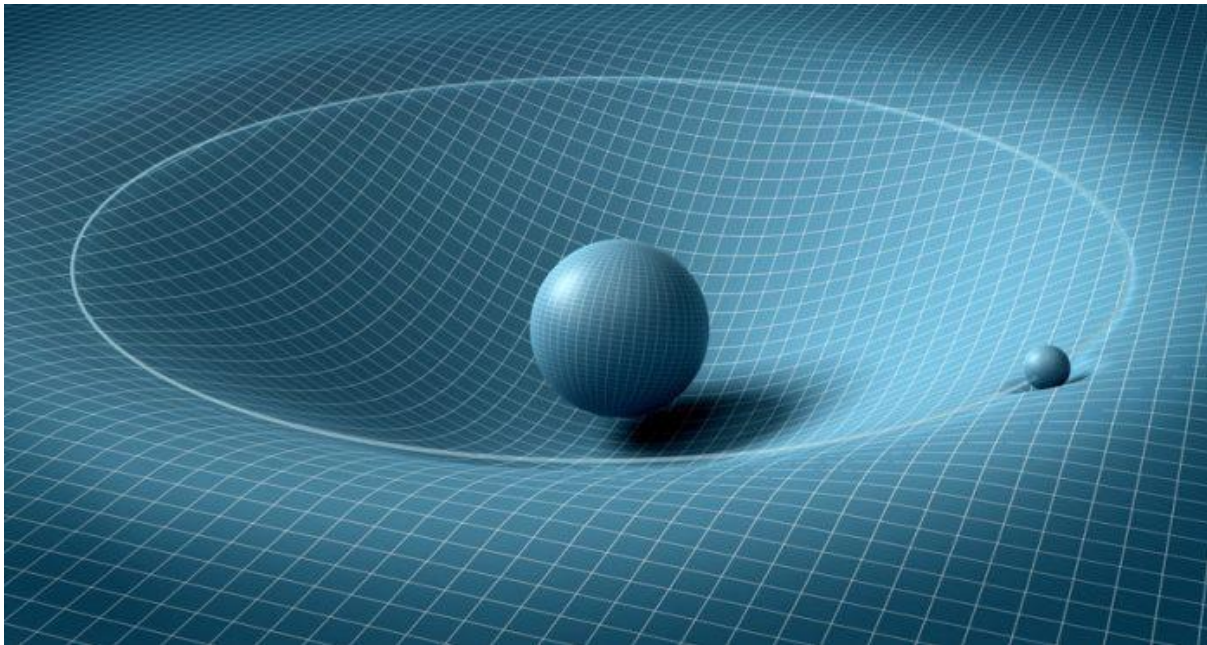


Figura 2. Representação da curvatura no espaço que corpos massivos causam, ocasionando a gravidade. Autoria desconhecida. Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-gravidade.htm> Acesso em: 19/12/2022.

## 1.2. A Matéria e a Energia Escuras

A partir desses dois grandes momentos, a física viu florescer teorias e campos de estudo cada vez mais enriquecidos de hipóteses e investigações. Não obstante, a cosmologia do século XX se viu ampliada em novos horizontes de exploração nunca antes testemunhados. Uma das contribuições mais substanciais para a cosmologia, surgida como fruto dos trabalhos de Einstein e Planck, é a teoria da Matéria Escura. Este termo foi originalmente cunhado em 1933, por Fritz Zwicky (1898-1974), responsável pela descoberta da Galáxia de Cartwheel. Para ele, matéria escura definia uma parte da matéria não observada que poderia dominar o Superaglomerado de Coma (*Coma Galaxy Cluster*, no original em inglês). Foi somente na década de 1970 que outra importante figura da astronomia, a estadunidense Vera Rubin (1928-2016), utilizou-se da nomenclatura para designar a misteriosa matéria que fazia com que galáxias espirais girassem muito mais rapidamente do que a massa total de sua matéria visível permitiria.

Em termos gerais, a matéria escura seria um tipo de matéria que não interage com a matéria comum de nenhuma outra forma além da gravidade e que compõe cerca de 27% do universo.<sup>3</sup> Todos os dados que já pudemos estudar ou ver em toda a extensão explorada do

---

<sup>3</sup> NASA. Dark Energy, Dark Matter. Disponível em: <https://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/what-is-dark-energy> Acesso em: 10/11/2022.

cosmos equivalem a apenas 5% da totalidade da matéria que não pode ser observada. A matéria escura é um mistério ainda em voga, com inúmeras teorias a respeito de sua natureza: há quem defenda que ela seja composta por uma partícula que contenha 1 a 100 vezes mais massa que um próton, ou ainda que seja composta por áxions, partículas fundamentais hipotéticas que teriam cerca de 10 bilhões de vezes menos massa que um elétron<sup>4</sup>.

Cerca de 95% de todo o universo é composto pela matéria escura em combinação com a energia escura, a misteriosa força uniformemente distribuída pelo tecido do espaço-tempo que, globalmente, promove a expansão do cosmos. É graças à energia escura que o universo se expande para mais longe e cada vez mais rapidamente. Esta forma de energia, que compõe 68% de tudo o que há no universo, foi apontada por Einstein como uma propriedade do espaço em si. A física quântica também se encarregou de buscar postular a respeito do que seria a energia escura, afirmando que esta se trata de matéria virtual, que constantemente se forma e desaparece – matematicamente, no entanto, essa teoria parece errada. Há ainda outras duas possibilidades: a de que a energia escura se trate de um fluido ou campo de energia dinâmica nunca antes vista, ou, simplesmente, a de que a teoria da gravitação universal de Einstein esteja errada.<sup>5</sup> Seja como for, as mais complexas teorias ainda não podem se provar verdadeiras, apesar de muitos serem os esforços empreendidos nessa investigação.

### **1.3. Os buracos negros e os buracos de minhoca**

Outro campo investigativo inaugurado a partir da Teoria da Relatividade, e o que mais tomou por fascinação as pessoas de fora da ciência, é aquele dedicado à busca de buracos negros. Com existência prevista por Albert Einstein, os buracos negros seriam gigantes distorções no tecido do espaço-tempo com uma aceleração forte o suficiente para que nenhuma partícula conseguisse escapar de seu centro, nem mesmo os fótons dos quais compõe-se a luz. A formação desses corpos ainda é um mistério, com algumas possibilidades exploradas pelo campo teórico. A primeira e mais aceita teoria afirma que, após a morte de uma estrela gigante, suas camadas mais externas sucumbem à força de atração gravitacional do seu núcleo denso, o que a leva a implodir e colapsar em si mesma. Esta teoria, no entanto, falha em predizer qual seria a origem dos buracos negros supermassivos que são detectados nos centros de galáxias – estes podem ser objetos primordiais do universo, tendo surgido pouco após o Big Bang.

---

<sup>4</sup> MALEWAR, Amit. Axion's mass is more than twice as big as previously thought. Disponível em: <https://www.techexplorist.com/axions-mass-twice-big-previously-thought/44992/>. Acesso em: 28/11/2022.

<sup>5</sup> NASA. Dark Energy, Dark Matter. Disponível em: <https://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/what-is-dark-energy>. Acesso em: 10/11/2022.

Compostos por três partes principais – o disco de acreção, que consiste na parte composta por materiais difusos retirados de outros corpos em movimento orbital; o horizonte de eventos, o limite do qual um corpo não mais escapa após cruzá-lo; e a singularidade, o corpo massivo e escuro localizado no centro do buraco negro ao redor do qual as outras partes orbitam – esses gigantes assombrosos tiveram sua existência atestada pela primeira vez em 1964, quando um foguete de sondagem detectou uma fonte de emissão de Raios X dentro da Constelação do Cisne. Contudo, somente em 1971 astrônomos puderam determinar que a emissão de Raios X vinha de uma estrela azul na órbita de um corpo escuro. Assim, se concluiu que a emissão de Raios X acontecia conforme partes da estrela eram arrancadas e engolidas pelo corpo escuro – este, o buraco negro Cygnus X-1<sup>6</sup>.

Passaram-se 48 anos desde a constatação original até que a primeira imagem de um buraco negro fosse obtida. Em 2019, cientistas que trabalhavam no projeto do Telescópio de Horizonte de Eventos (EHT, na sigla em inglês), um conjunto de telescópios localizados em diversas partes do globo, divulgaram a imagem obtida do buraco negro supermassivo localizado no centro da galáxia M87. Em 2021, o mesmo buraco negro foi registrado com luz polarizada. Finalmente, em 2022, foi divulgada a primeira imagem do Sagittarius A\*, o buraco negro supermassivo localizado no centro da nossa própria galáxia, a Via Láctea. Essas imagens são parte da inauguração de um novo capítulo na história da ciência, um em que os físicos finalmente sabem qual a aparência desses objetos e podem procurar mapeá-los. Como previsto por Einstein, a curvatura que um buraco negro causa no tecido do espaço-tempo é tão acentuada, que a própria luz sofre uma distorção agressiva o suficiente para que ele passe pelo mesmo ponto mais de uma vez.

Uma familiar teoria também fomentada a partir do trabalho de Einstein é a das Pontes de Einstein-Rosen, popularmente conhecidas como Buracos de Minhoca. Esta ideia se originou quando, em 1916, Ludwig Flamm, ao revisar algumas das soluções para as equações de campo de Einstein, percebeu que havia a possibilidade matemática para a existência de algo que chamou de buracos brancos, caracterizados como uma espécie de buraco negro temporalmente invertido. Neste sentido, enquanto nada escaparia de um buraco negro, no buraco branco nada seria capaz de entrar. Para ele, ainda, ambos os objetos estariam conectados por uma espécie de condutor pelo espaço-tempo. Apenas anos mais tarde, em 1935, Albert Einstein e Nathan Rosen elaboraram a ideia através da própria Teoria da Relatividade, propondo que houvesse

---

<sup>6</sup> TILLMAN, N.; BIGGS, B.; DOBRIJEVIC, D. Black Holes: Everything you need to know. Disponível em: <https://www.space.com/15421-black-holes-facts-formation-discovery-sdcmp.html> Acesso em: 14/11/2022.

“pontes” através do espaço-tempo. Essas pontes serviriam como atalhos entre diferentes pontos do cosmos, uma vez que causariam um tipo de dobra no tecido do espaço-tempo, ou mesmo como conexões entre diferentes universos. Algumas propostas que surgiram a partir desta teoria defendem a possibilidade de que os buracos negros sejam entradas de alguns buracos de minhoca, ou ainda que a ponte entre as duas entradas deste fenômeno seja tanto um corredor reto quanto uma estrada curva.<sup>7</sup>

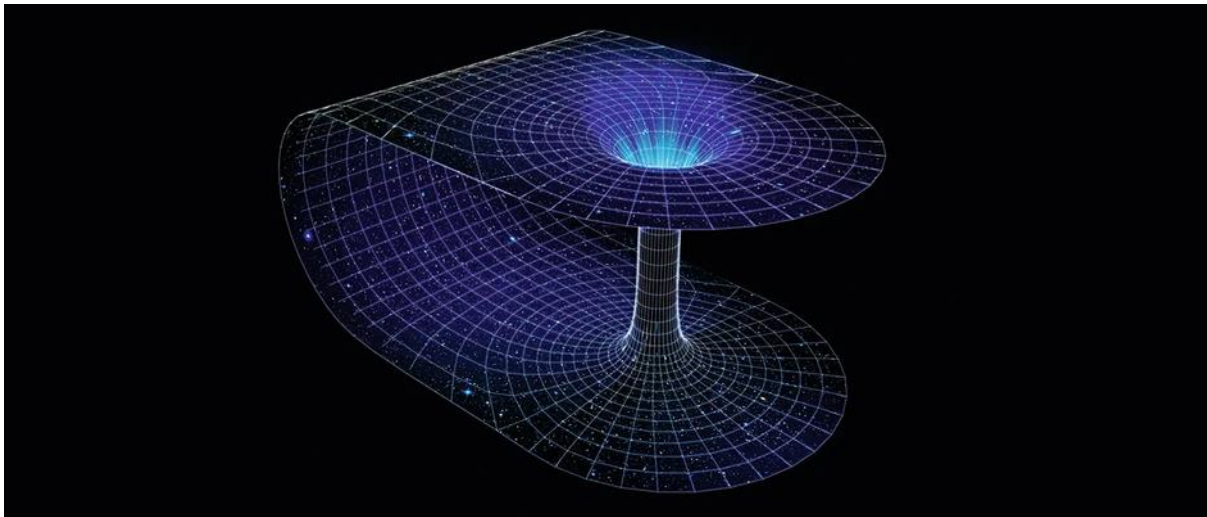


Figura 3. Andrzej Wojcicki, representação de uma Ponte de Einstein-Rosen. Fonte:

<https://www.aventurasnoconhecimento.com.br/2015/03/acelerador-de-particulas-pode-detectar.html> Acesso em: 15/11/2022.

Alguns problemas matemáticos, no entanto, surgiram à medida que a teoria se desenvolveu. Um deles trata das dimensões de um buraco de minhoca, com sua existência calculada em tamanhos microscópicos. Uma possível solução seria a própria expansão cósmica, que poderia enlargar as pontes. Outro problema previsto por Einstein e Rosen é o da instabilidade, que inviabilizaria as viagens através dessas pontes pela rapidez de seu colapso. A isso, uma solução seria a composição material de um buraco de minhoca que, caso contenha principalmente matéria exótica, poderia permanecer aberto por mais tempo. No entanto, grande parte das partículas que compõem o que a física considera a matéria exótica ainda é hipotética. Ainda assim, a alta popularidade desta teoria, justificada pela nutrição do imaginário de viagens no tempo e no espaço, não é suficiente para atestá-la como factual. As pontes de Einstein-Rosen ainda são puramente teóricas e investigá-las ainda não é um campo consolidado com esforços específicos.

---

<sup>7</sup> TILLMAN, N., HARVEY, A. What is wormhole theory? Disponível em: <https://www.space.com/20881-wormholes.html> Acesso em: 15/11/2022.

#### **1.4. O Universo de Gödel**

A possibilidade da viagem pelo espaço-tempo, entretanto, não se manteve restrita somente aos buracos de minhoca. As equações de campo da Teoria da Relatividade foram as grandes responsáveis pelo alto engajamento da comunidade científica na busca por um grupo de soluções que pudessem ser consideradas condizentes com a distribuição da massa e da pressão da matéria pelo tecido do espaço-tempo. Uma das possíveis soluções foi aquela proposta pelo lógico e matemático Kurt Gödel (1906-1978), que também viu abertura para levantar a hipótese da viagem no tempo. Afinal, se estamos viajando através do espaço dentro de um cone de luz e este cone pode sofrer inclinações causadas pela força gravitacional, localmente, ele poderia passar pelo mesmo ponto do espaço-tempo várias vezes. Este fenômeno foi chamado de Curvas Tipo-Tempo Fechadas (CTC, em inglês), e seria parte intrínseca da teoria do Universo de Gödel, nome dado à proposta de solução que o matemático buscou oferecer para as equações de campo de Einstein.

Albert Einstein, ao período do levantamento de tais questões sobre seu trabalho, não hesitou em categoricamente defender a impossibilidade desta teoria de viagem no tempo, explicando que as Curvas Tipo-Tempo Fechadas somente se aplicavam globalmente ao cone de luz, enquanto localmente nós ainda estaríamos, de maneira obrigatória, nos movendo para frente no tempo, considerando que estar dentro de uma CTC não viabilizaria o mapeamento do próprio espaço-tempo<sup>8</sup>. O trabalho de Gödel é muito respeitado no campo da matemática, já que trouxe contribuições fundamentais para o cálculo e para a filosofia, mas sua proposta de solução para as equações de campo de Einstein se mostrou incômoda para muitos físicos ao período em que foi feita, em 1949, e passa despercebida pela maioria das pessoas até hoje. Entre físicos, porém, é um consenso que as Curvas Tipo-Tempo Fechadas não passam de uma teoria. Além disso, mesmo grandes nomes da ciência, como Stephen Hawking (1942-2018), consideram que há uma espécie de proteção causal no espaço-tempo e que, portanto, as CTCs não existem, no tempo não se volta, e esta teoria de Gödel não representa, em nenhum nível, a realidade de nosso universo.

#### **1.5. O gato de Schrödinger e o entrelaçamento quântico**

Outro nome grandioso associado aos frutos dos trabalhos de Planck e Einstein é o físico Erwin Schrödinger (1887-1961), conhecido principalmente pela sua contribuição para a

---

<sup>8</sup> DOS SANTOS, Alesandro, F. Viagem no Tempo, uma possibilidade no Universo de Gödel. In: Periódicos UnB.



física quântica, mas cujo extenso trabalho se viu ecoar, inclusive, sobre diferentes campos do saber, como a biologia. O seu mais famoso trabalho é o experimento mental do gato de Schrödinger, uma proposta que buscava discutir o Paradoxo de Einstein-Podolsky-Rosen. Este paradoxo surgiu como uma tentativa de demonstração da incompletude teórica da mecânica quântica, abordando a estranha natureza das superposições quânticas. A interpretação de Copenhague deste paradoxo, no entanto, foi o foco de Schrödinger na proposta de seu experimento mental. Desenvolvida por Niels Bohr e Werner Heisenberg, esta interpretação afirma, dentre outras coisas, que é a observação que causa o colapso da função de onda. Ou seja, embora uma função de onda permita muitas possibilidades de estados do sistema, somente após sua medição é que um estado é aleatoriamente escolhido e a função de onda se modifica instantaneamente para refletir essa escolha. Schrödinger não buscava defender ou atacar a interpretação de Copenhague, mas demonstrar a complexidade da mecânica quântica.

Foi durante o processo da formulação do experimento que o físico cunhou o termo Entrelaçamento Quântico, usado para definir algo que Einstein chamou de “ação fantasmagórica à distância” e que considerava impossível<sup>9</sup>. Em termos gerais, o entrelaçamento quântico define uma ligação entre duas ou mais partículas que persiste independente da distância que as separa no espaço, de modo que tudo aquilo que é induzido sobre uma das partículas afetará as outras instantaneamente. Foi John Bell, em 1964, quem propôs que a informação entre duas partículas não viaja à velocidade da luz, mas simplesmente as afeta simultaneamente. Einstein estava ciente desta possível violação à sua teoria anos antes da postulação de Bell, tendo abordado esta hipótese no mesmo artigo que propôs o Paradoxo de Einstein-Podolsky-Rosen, afirmando que existiam variáveis ainda desconhecidas que, uma vez consideradas em cálculos, devolveriam a causalidade ao comportamento de partículas<sup>10</sup>. No entanto, foi apenas muito recentemente que esta ideia saiu do campo teórico para ser comprovada repetidas vezes, definindo o fenômeno como algo constituinte da realidade do nosso universo.<sup>11</sup> Comprovar esta teoria pode reorganizar o que se conhece da física e promover novas etapas do desenvolvimento tecnológico humano, já que o principal objetivo ao qual a investigação sobre o entrelaçamento quântico se dedica é o projeto de computadores quânticos.

---

<sup>9</sup> CASTELVECCHI, D. How ‘spooky’ is quantum physics? The answer could be incalculable. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-020-00120-6> Acesso em: 15/11/2022.

<sup>10</sup> CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY. First Experimental Proof That Quantum Entanglement is Real. Disponível em: <https://scitechdaily.com/first-experimental-proof-that-quantum-entanglement-is-real/#:~:text=Scientists%2C%20including%20Albert%20Einstein%20and,separated%20particles%20can%20be%20entangled.> Acesso em: 20/11/2022.

<sup>11</sup> YAZGIN, E. Quantum entanglement of many atoms observed for the first time. Disponível em: <https://cosmosmagazine.com/technology/quantum-entanglement-many-atoms/> Acesso em: 20/11/2022.



Ao longo de todo o século XX e parte do século XXI, todas essas teorias fomentaram discussões profundas, que se transformaram nos mais bem empenhados esforços para a investigação e a comprovação de cada uma delas. A ampla divulgação das informações, também fruto de avanços tecnológicos ocorridos durante os séculos em questão, permitiu o maior acesso do público e tornou viável a exploração desses assuntos pela imaginação humana. Assim, muitos artistas puderam também contribuir com a ciência, seja na forma de ilustração científica, seja com obras puramente imaginativas, mas especialmente ampliando cotidianamente o alcance da ciência e aumentando o interesse do público nesse campo. Obras visuais marcadas pela física possuem seu próprio lugar e seu próprio gênero na cultura e constituem parte fundamental do imaginário coletivo, sendo capazes de, inclusive, suscitar discussões filosóficas, sociais ou mesmo iconográficas. A arte se permite ser um veículo para muitos temas, inclusive aqueles que são caros à física.

## **2º Capítulo – A iconografia dos fenômenos não observados: a divulgação científica**

### **2.1. Arte e ciência**

Grande parte do propósito ao qual a arte serve quando se relaciona com a ciência é a divulgação científica. A ilustração científica se tornou um campo em si, o qual se sustenta simultaneamente entre arte e ciência, dotado de qualidades inerentes e relevantes às duas áreas do saber. Não obstante, ao passo em que as décadas mais recentes aparentam ter separado as duas funções, em momentos históricos anteriores, eram os artistas os próprios cientistas e vice-versa. Assim, foi consolidada a função didática no uso de imagens, mas a função puramente estética foi subtraída, de modo que agradar ao olhar do interlocutor se torna secundário diante da objetividade da informação que se deseja comunicar. Neste mesmo cerne, a representação visual se tornou basilar para o estudo das ciências, dado que nem tudo o que se investiga é passível de observação direta, como é o caso de moléculas e partículas atômicas ou subatômicas.

A representação visual de fenômenos que não podem ser diretamente observados possui, ao longo da história, características comuns que podem ser vistas com frequência nas imagens produzidas, seja por artistas, seja por computadores. A mais latente destas características é a representação do tecido do espaço-tempo como uma malha geométrica. Esse recurso, advindo da cartografia, parece servir o propósito didático, como forma de ilustrar conceitos como a distorção do espaço ou sua extensão. Como pode ser visto na figura 4 – retirada do livro *Astronomia para Amadores*, de Camille Flammarion –, a malha quadriculada se faz há muito presente na representação do cosmos, provavelmente devido às ferramentas anteriores para leitura e mapeamento do céu, como o astrolábio e a esfera armilar. No entanto, quando em representações mais amplas do espaço profundo e quando nas aplicações de conceitos abstratos, o teor cartográfico da malha quadriculada perde espaço para o teor geométrico e espacial, como exemplificado no capítulo anterior (figuras 2 e 3).

## THE CONSTELLATIONS

Lastly, toward the southern horizon, we must notice the Hydra, Eridanus, the Whale, the Southern Fish, the

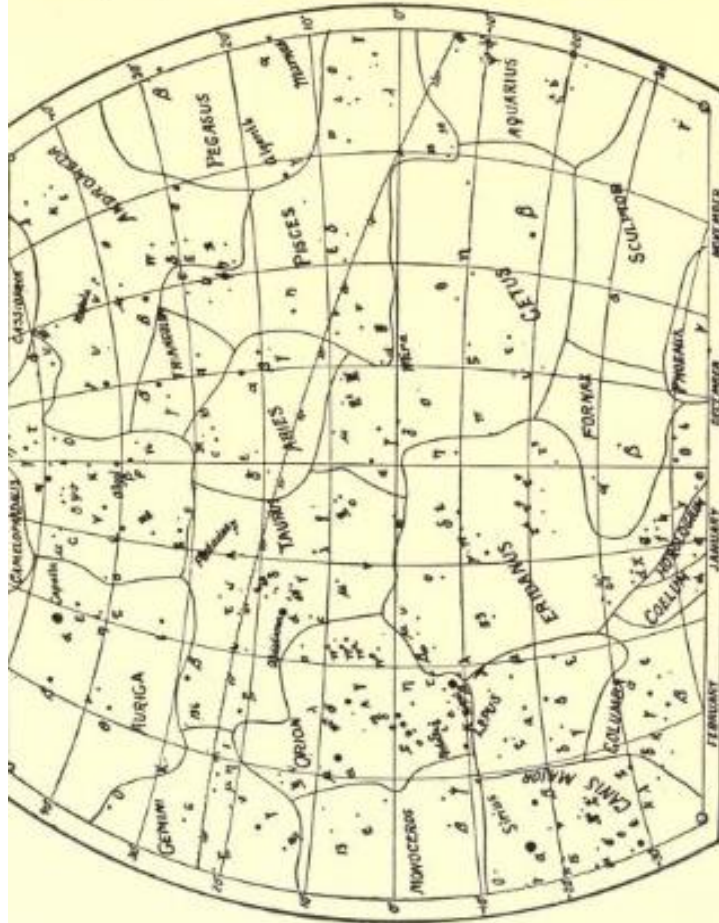


FIG. 13.—Winter Constellations.

Ship, and the Centaur. This last constellation, while invisible to our latitudes, contains the star that is

5

51

Figura 4. Página do livro *Astronomy for Amateurs*, Camille Flammarion (1915). Fonte: <https://archive.org/details/astronomyforamat00flamrich/page/51/mode/1up> Acesso em: 01/12/2022.

## 2.2. As representações de matéria e energia escuras

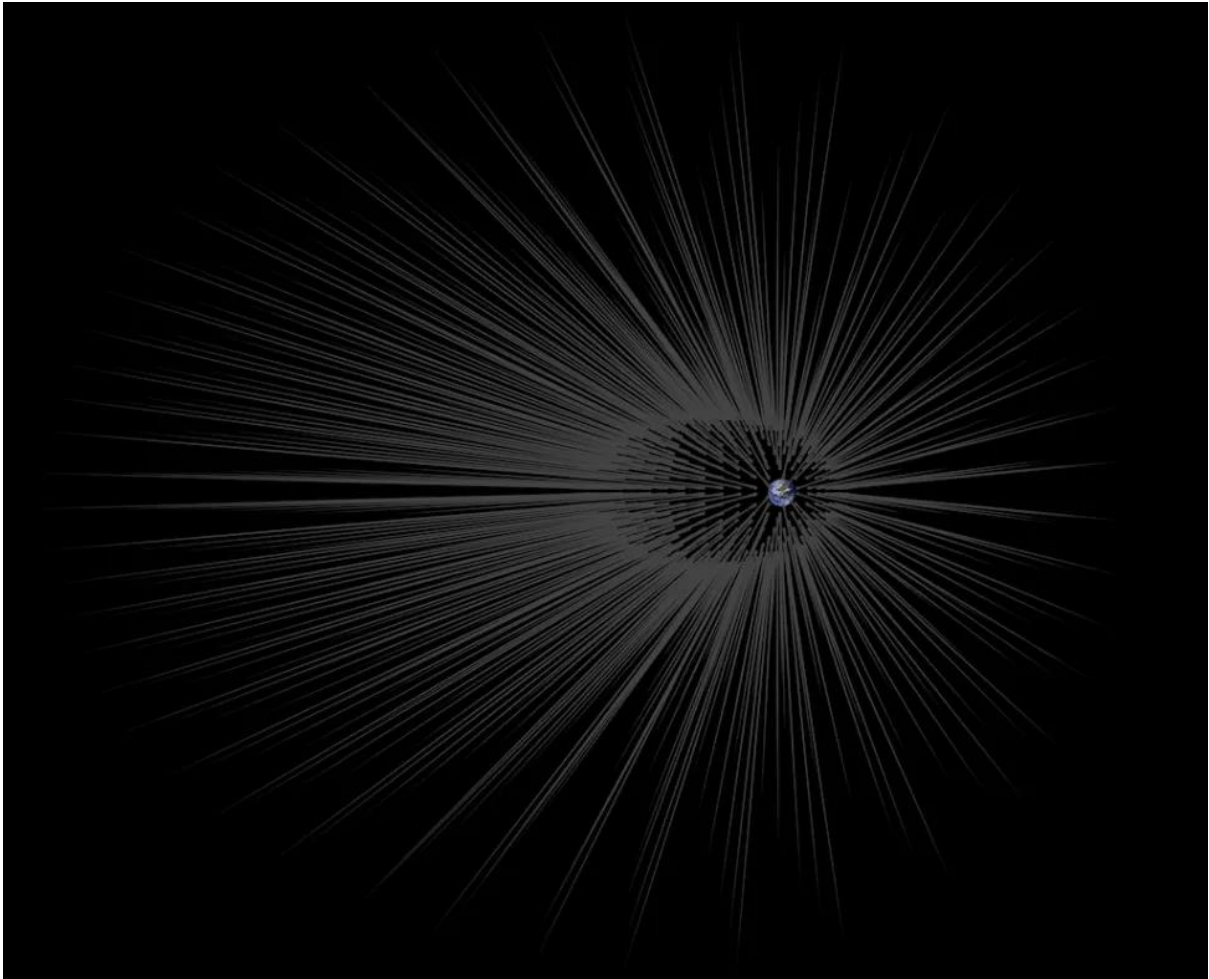


Figura 5. Dark Matter Image. NASA/JPL-Caltech c. 2015. Fonte: <https://www.nasa.gov/image-feature/jpl/pia20176/dark-matter-hairs-around-earth> Acesso em: 01/12/2022.

Quando se trata da tentativa de representação da matéria escura, as grades das quais se compõe a malha geométrica parecem ser diluídas, sendo apenas aludidas para que seja comunicada outra função: tendo em vista que a própria teoria da matéria escura afirma que esta se estende por todo o espaço em forma de teia, as linhas paralelas, irradiadas a partir de uma linha elíptica que circunscreve seu ponto inicial, representam a própria matéria escura, se distribuindo pela imagem tanto quanto, em tese, se distribui pelo cosmos. A figura 5, por exemplo, representa como a matéria escura seria distribuída em relação ao planeta Terra, e o teor espacial da geometria, neste caso, serve exclusivamente a este propósito. Divulgada pela agência espacial da América do Norte (National Aeronautics and Space Administration – NASA), a imagem possui uma composição muitíssimo simples e uma comunicação objetiva, o que enfatiza a natureza didática de sua feitura. Aqui, a função geométrica espacial da malha

utilizada se mantém, mas é acrescida de mais uma camada de interpretação, atribuindo a si a função de principal comunicadora da imagem.

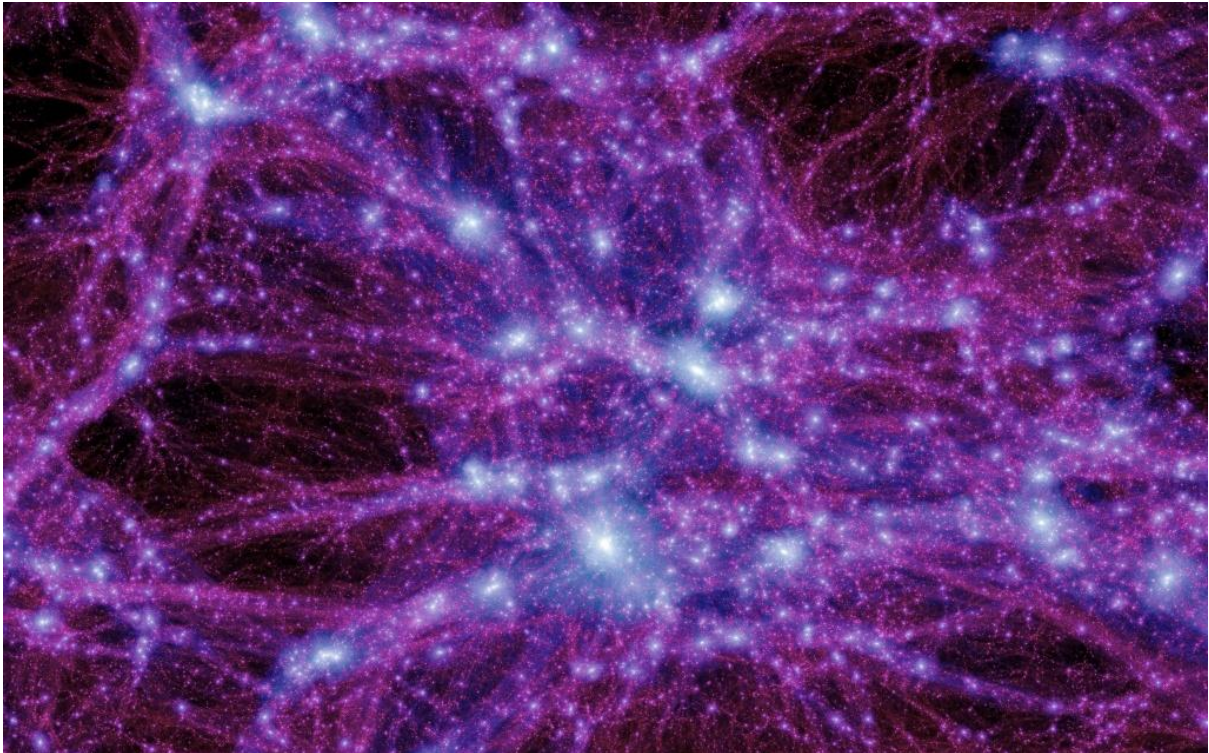


Figura 6. Simulação da evolução da matéria escura no universo. Millennium-II Simulation. Fonte: <https://wwwmpa.mpa-garching.mpg.de/galform/millennium-II/> Acesso em: 10/12/2022.

Não necessariamente, no entanto, a função didática das imagens divulgadas será comunicada por meio de elementos geométricos ou dados puramente matemáticos. É o que pode ser visto na figura 6, que busca ilustrar de maneira menos esquematizada qual seria a distribuição da matéria escura pelo espaço. Neste caso, a ideia da sua distribuição em padrão de teia é explorada com formas que remontam a motivos mais orgânicos, sendo visualmente mais próximo das raízes ou dos galhos de uma árvore, ou de uma rede de terminações nervosas. Nesta figura também é possível observar a predominância da cor azul, uma das mais comumente utilizadas na representação do cosmos. Em termos físicos, o azul é um comprimento de onda emitido por corpos que se aproximam do objeto que os observa, quando se trata do efeito Döppler no tecido cósmico, ou seja, quando as ondas são percebidas de formas diferentes conforme o corpo que as emite se aproxima ou se afasta do observador. Esta também é a cor das gigantes azuis, estrelas cujo aumento de luminosidade e tamanho é moderado, quando comparado a outras, e cujas temperaturas são as mais altas registradas entre estes corpos celestes. Na arte, entretanto, esta cor pode se associar a vários significados, incluindo a melancolia.



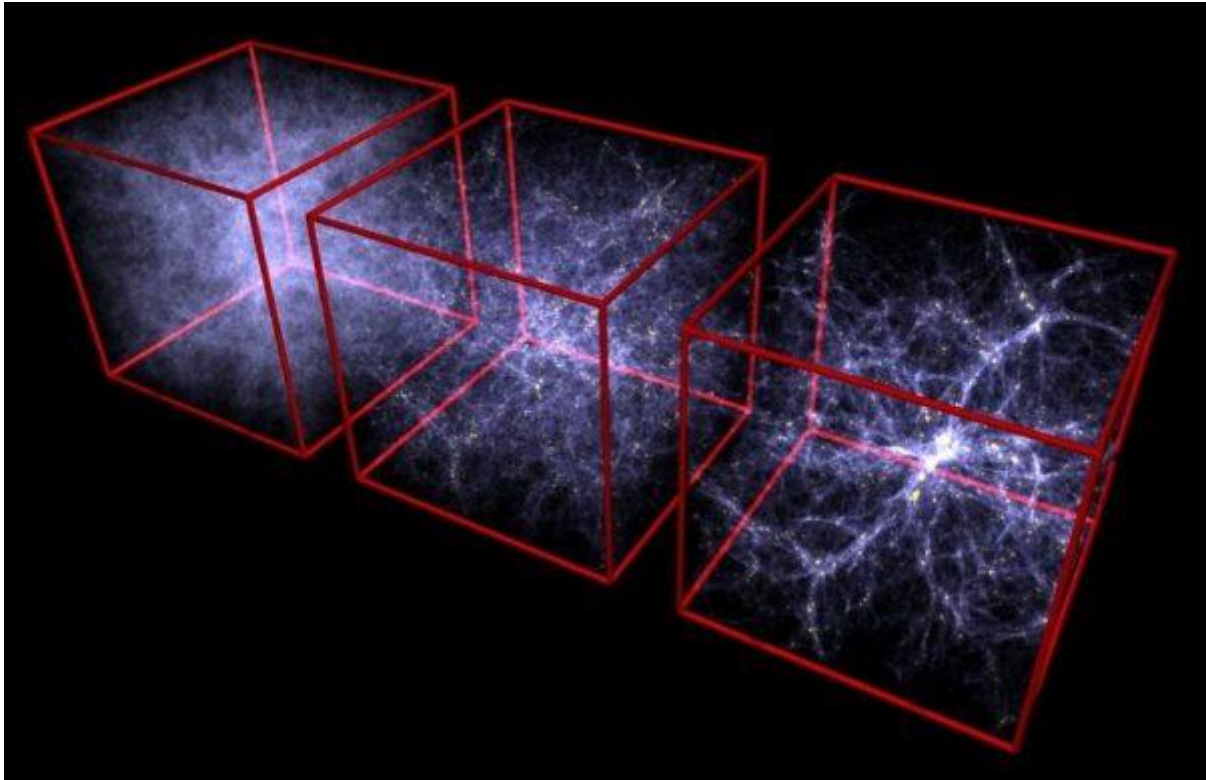


Figura 7. Simulação feita por Volker Springel representando o crescimento da estrutura cósmica quando o universo tinha 0.9 bilhões de anos, 3.2 bilhões de anos e 13.7 bilhões de anos (atualmente). Volker Springel/MPE/Kavli Foundation. 2006. Fonte: <https://earthsky.org/space/definition-what-is-dark-energy/> Acesso em: 12/12/2022.

Para a representação de algo ainda mais abstrato, a energia escura, o astrofísico Volker Springel, diretor do Instituto Max Planck de Astrofísica, buscou na geometria espacial os recursos necessários à visualização do crescimento da estrutura cósmica. Esta estrutura, composta por galáxias e vazios, se expande, em tese, graças à energia escura, o que marca a diferença entre os cubos presentes na figura 7. Considerando que cada cubo representa o cosmos como um todo em diferentes estágios de seu crescimento, é possível compreender que o conceito de energia escura não é explicitamente representado, mas se faz presente na imagem por meio daquilo que representa a matéria e o vazio. A ideia, neste caso, é que se entenda que as diferenças na estrutura cósmica são ocasionadas pela energia escura, e não que se veja como, provavelmente, seria esta forma de energia.

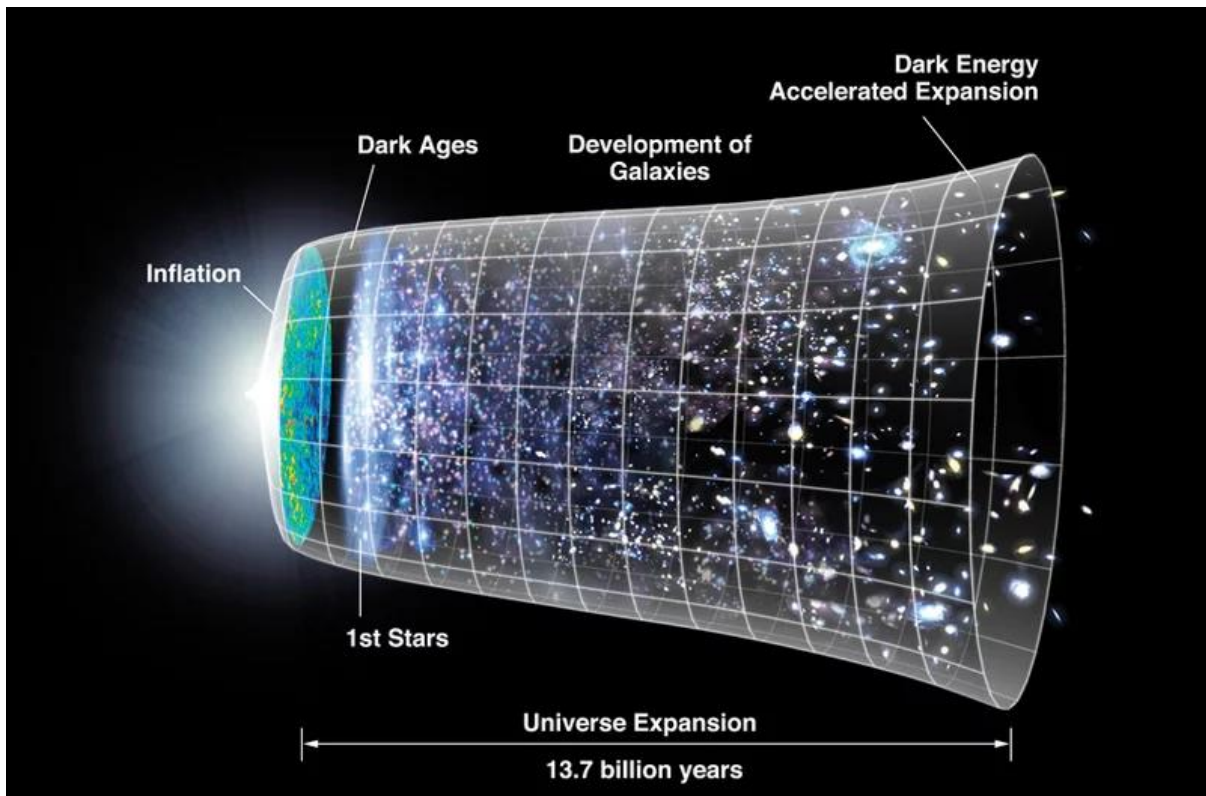


Figura 8. Expansão acelerada pela energia escura. NASA/WMAP Science Team. c. 2006. Fonte: <https://www.nasa.gov/feature/making-sense-of-the-big-bang-wilkinson-microwave-anisotropy-probe> Acesso em: 13/12/2022.

Já na figura 8, divulgada pela NASA, mais uma vez se faz presente o uso da malha geométrica como representação do tecido do espaço-tempo na tentativa de ilustrar sua expansão. O didatismo da imagem, focado na compreensão da aceleração da energia escura – que, mais uma vez, não é representada diretamente, mas se faz presente através da representação de todas as outras coisas – pode, entretanto, ir de encontro a outros conceitos abstratos e de difícil compreensão. Ao colocar toda a expansão do universo em uma espécie de linearidade temporal, a imagem pode acabar erroneamente comunicando que há um local para o qual o universo se expande ou uma direção para a qual ele cresce. Neste caso, é interessante observar que, quando há a tentativa de visualizar um determinado fenômeno, outros podem acabar sendo distorcidos, deturpados ou, simplesmente, não representados.

### 2.3. As representações de buracos negros e buracos de minhoca

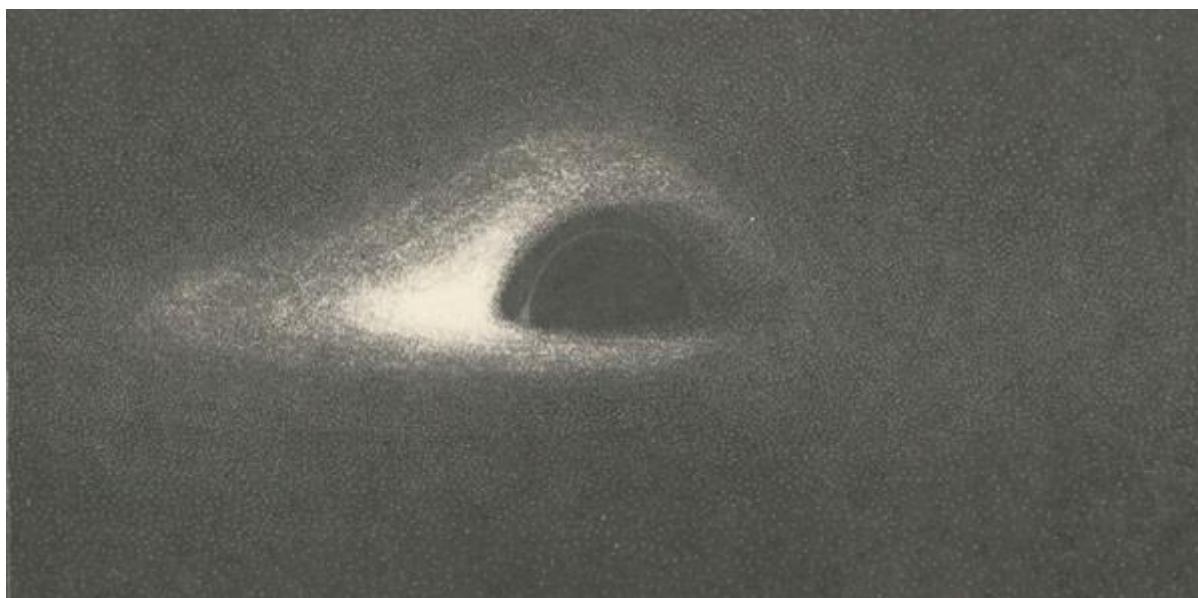


Figura 9. Desenho de um buraco negro. Jean-Pierre Luminet. 1978. Fonte: <https://blogs.futura-sciences.com/e-luminet/2018/03/07/45-years-black-hole-imaging-1-early-work-1972-1988/> Acesso em: 15/12/2022.

Perpassando a temática dos buracos negros, as ilustrações ocorrem das mais diversas maneiras, sendo aquela vista na figura 9 o que é tido como a primeira tentativa de representação desse fenômeno da história: realizado em 1978, o desenho do astrofísico francês especializado em buracos negros, Jean-Pierre Luminet, abre caminho para outras representações, ao passo que se volta a buscar o maior realismo possível. Esta ilustração leva em consideração o efeito Döppler<sup>12</sup> em relação às dimensões de um buraco negro supermassivo e parte do pressuposto que o observador sempre estará na Terra ou próxima a ela. Isso pode ser visto na maior luminosidade em um dos lados do disco de acreção – a rotação do buraco faz com que o material que se vira em direção ao observador, a Terra, tenha a percepção de sua emissão de ondas potencializada pelo efeito Döppler. Ou seja, as partes do disco de acreção que aparentam aproximar-se da Terra parecem mais luminosas do que as partes que aparentam distanciar-se. Esta ilustração, portanto, se torna marcante por ter sido a primeira representação visual de um buraco negro, mas também por aplicar conceitos e leis conhecidos sem necessariamente trazer outros elementos visuais, como cores, malha geométrica ou mesmo outros corpos celestes.

---

<sup>12</sup> “O efeito Döppler descreve as mudanças na frequência de qualquer tipo de ondas, de som ou luz, emitidas por uma fonte em movimento em relação ao observador. As ondas emitidas por um objeto viajando em direção ao observador são comprimidas – ocasionando uma frequência maior – enquanto a fonte se aproxima. Em contraste, ondas emitidas por uma fonte que se distancia do observador são esticadas.” (BETTEX, M. Explained: The Doppler Effect. MIT News, 2010. Tradução da autora.)



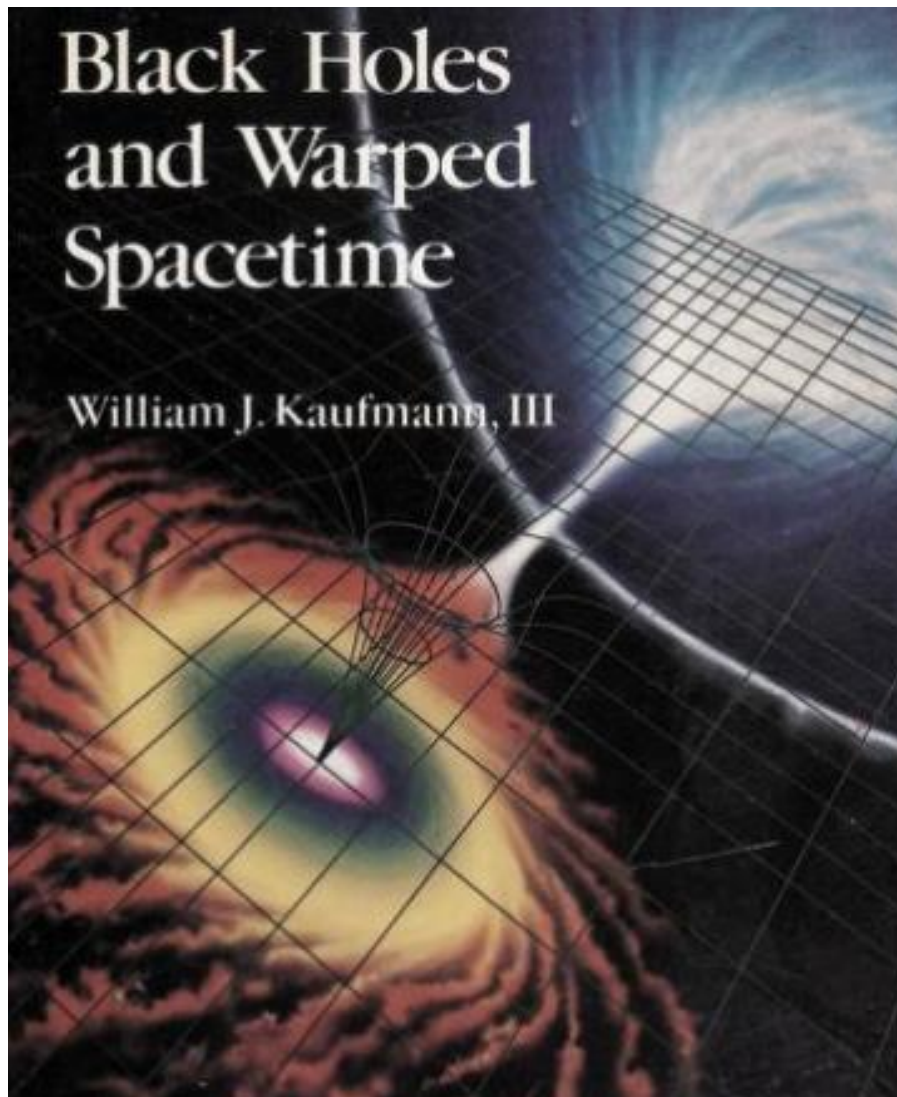


Figura 10. O buraco negro Cygnus X-1, o primeiro a ser detectado, representado na capa do livro *Black Holes and Warped Spacetime*, de William J. Kaufmann, III (1979). Fonte: <https://archive.org/details/blackholeswarped00kauf/mode/2up> Acesso em: 21/01/2023.

Contudo, pode ser visto na figura 10, realizada apenas um ano após a ilustração de Luminet, uma representação que veio a se tornar mais popular do que seria um buraco negro. A ilustração da capa do livro *Black Holes and Warped Spacetime*, de 1979, nos mostra, representando o disco de acreção do buraco negro, uma nuvem de cores quentes em tons alaranjados girando ao redor do horizonte de eventos, representado por um núcleo luminoso, em referência à emissão de Raios-X que possibilitou a detecção do Cygnus X-1. Ao lado, uma fonte de luz azul parece ser sugada pelo gigante próximo, uma representação da estrela gigante azul da qual o buraco negro retira matéria. Nesta ilustração também é interessante perceber a presença da malha quadriculada como representação do tecido do espaço-tempo, que sofre uma intensa curvatura na direção do horizonte de eventos do buraco negro representado.

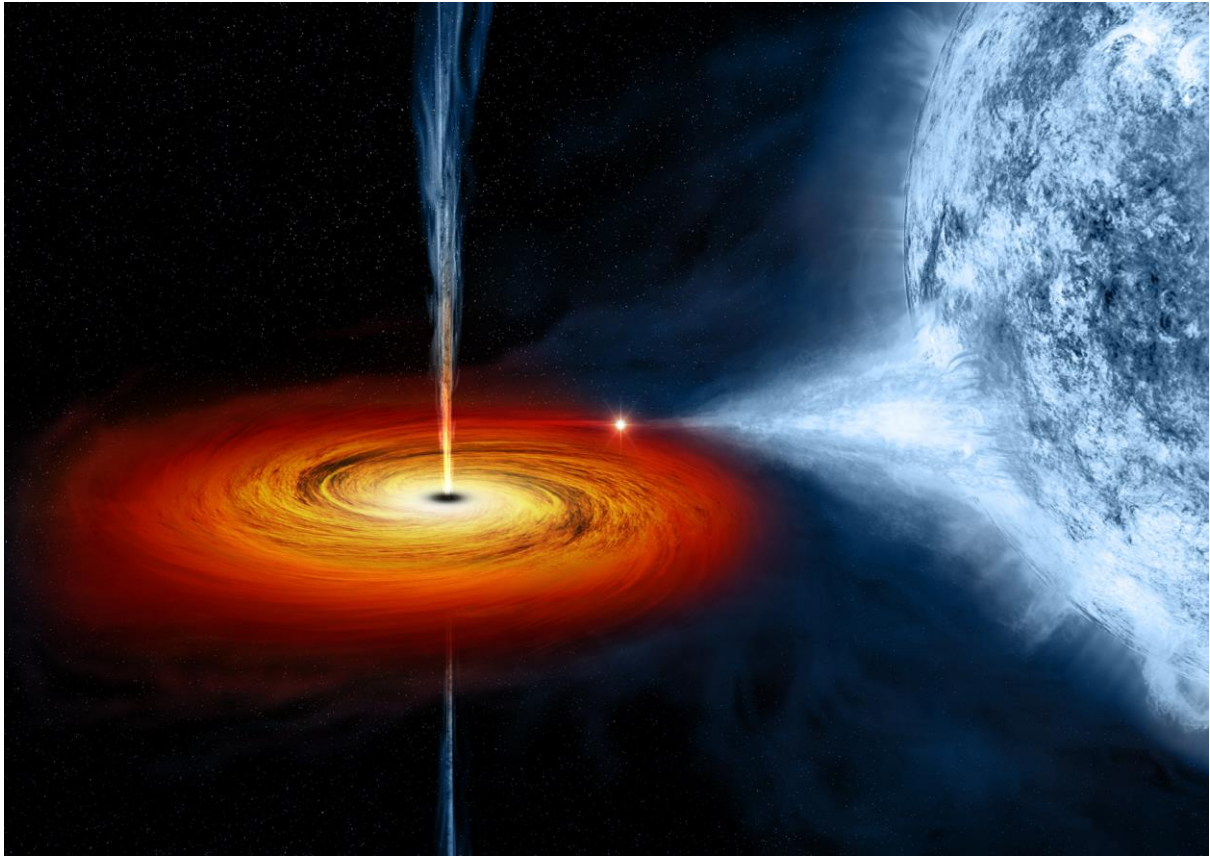


Figura 11. Desenho do buraco negro Cygnus X-1. O buraco negro retira matéria da gigante azul ao seu lado. NASA/CXC/M. Weiss. 2011. Fonte: <https://chandra.harvard.edu/photo/2011/cygx1/> Acesso em: 20/11/2022.

A figura 11 oferece esta representação mais popularizada e que abrange outros aspectos que um buraco negro pode apresentar. Nela, vemos um núcleo de cor negra que é circundado por nuvens de cores alaranjadas e possui em suas partes superior e inferior uma longa coluna branca ou azul. Comumente, também, há uma estrela ao seu lado, cuja energia se liga à nuvem alaranjada. Esta forma de representar um buraco negro pode estar associada à popularidade da descoberta do primeiro deles, como visto anteriormente na figura 10. A nuvem alaranjada representa o disco de acreção e possui esta cor, também uma das mais utilizadas em obras que retratam o cosmos, devido às distorções que a luz sofre quando em órbita de um buraco negro. O comprimento de onda se aproxima do vermelho conforme é “esticado”, efeito chamado de *Redshift*.<sup>13</sup> A cor negra para representação do horizonte de eventos se dá pela mesma razão que a nomenclatura foi atribuída ao fenômeno: sendo a singularidade densa o suficiente para que nenhuma luz escape de seu campo gravitacional, é passando do horizonte de eventos que não há mais retorno e, sem a luz, não é possível ver coisa alguma. Não apenas

---

<sup>13</sup> O efeito Redshift pode ocorrer como consequência do efeito Döppler, quando as ondas emitidas por uma fonte se tornam "avermelhadas", indicando afastamento da fonte em relação ao observador. (BETTEX, M. Explained: The Doppler Effect. MIT News, 2010.)

em casos como este, mas em representações do espaço de modo geral, a cor negra está ligada à ausência de luz, àquilo que não pode ser enxergado. Finalmente, as colunas verticais que parecem sair do núcleo negro do objeto representam o jato relativístico, um fenômeno no qual fluxos de matéria ionizada são emitidos na forma de um feixe estendido, como apresenta a imagem. Recebem este nome por se tratarem de jatos astrofísicos<sup>14</sup> acelerados a uma velocidade próxima à da luz, estendendo-se por milhões de quilômetros.

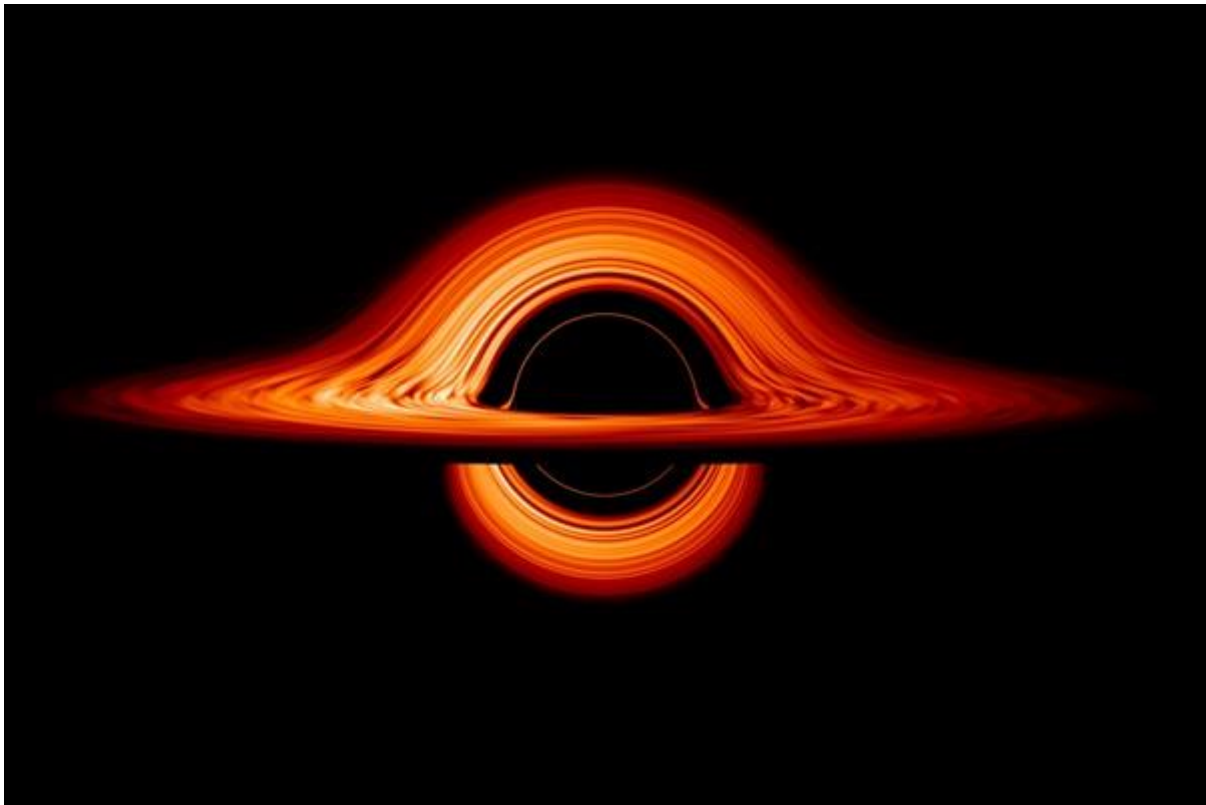


Figura 12. Simulação feita por computadores. NASA/Jeremy Schnittman. 2019. Fonte: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/nasa-visualization-shows-a-black-hole-s-warped-world> Acesso em: 10/11/2022.

---

<sup>14</sup> Existem teorias a respeito da formação dos jatos astrofísicos, que dizem que são provavelmente formados e acelerados a partir de interações dinâmicas ocorridas no disco de acreção. Algumas observações da jovem estrela HL Tauri corroboram esta hipótese. (BEALL, J. H. A Review of Astrophysical Jets. Proceedings of Science, 2015.)

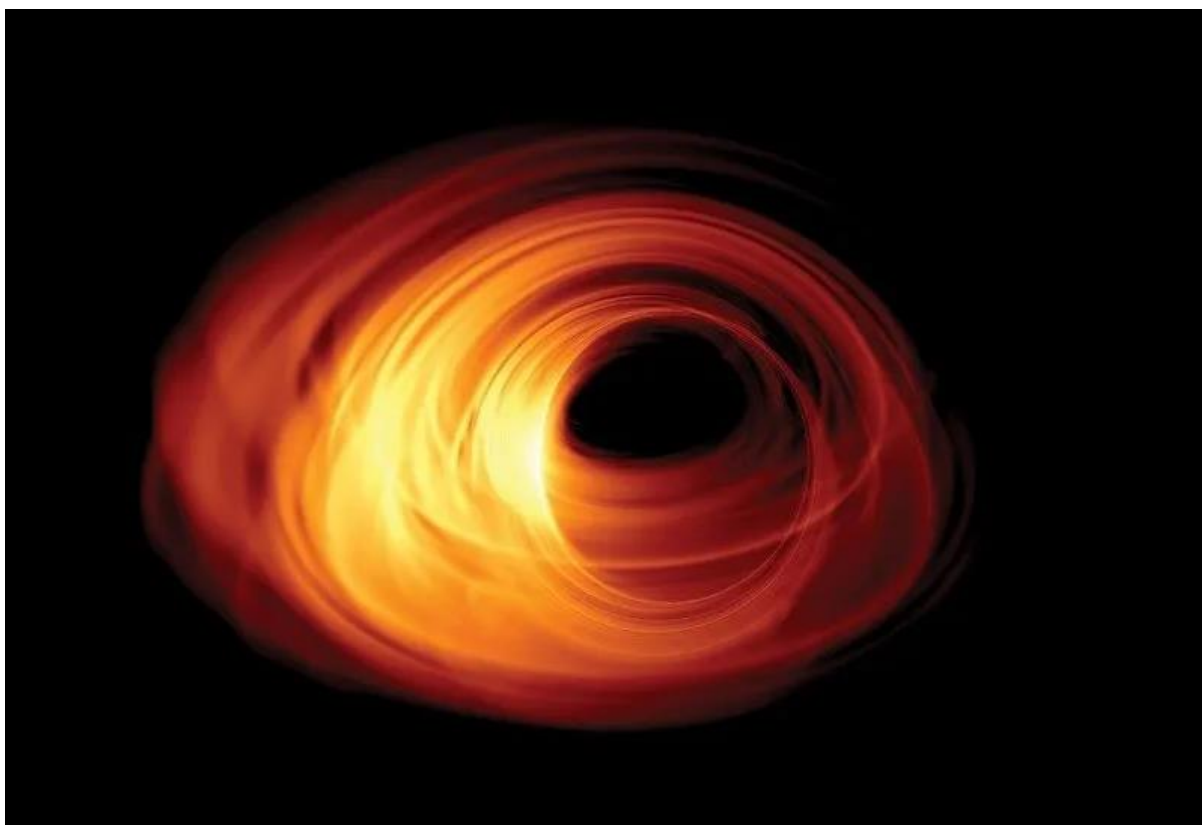


Figura 13. Representação artística do buraco negro Sagittarius A\*, localizado no centro da Via-Láctea. M.

Moscibrodzka, T. Bronzwaer and H. Falcke, Radboud University. 2019. Fonte:

<https://www.astron.nl/2018/08/21/estamos-perto-muito-perto-da-primeira-fotografia-de-um-buraco-negro/>

Acesso em: 29/11/2022.

Em 2019, no mesmo ano que a primeira imagem oficial de um buraco negro foi divulgada, uma simulação feita por computadores da NASA foi exposta ao mundo (figura 11). Esta simulação vai de encontro à ilustração feita por Jean-Pierre Luminet, especialmente pelo ângulo escolhido para retratar o fenômeno. A partir deste ponto de vista, o efeito óptico conhecido como Lente Gravitacional pode ser retratado da mais forma verossímil. A Lente Gravitacional se forma a partir de uma distorção no tecido do espaço-tempo que é causada por um corpo massivo localizado entre o objeto observado e o observador. No caso dos buracos negros, o que a simulação de 2019 permite compreender é a magnitude dos efeitos que a massa desses objetos possui. Devido à lente gravitacional, toda luz que passa pelo ponto mais distante do disco de acreção em relação ao observador aparenta estar passando duas vezes, em duas extremidades diferentes, que podem ser lidas, aqui, como “cima” e “baixo”. Entende-se que esta seria a provável imagem formada por um buraco negro caso este fosse observado “de frente”, ou seja, caso o disco de acreção estivesse em posição horizontal em relação ao observador.



No mesmo ano, foi divulgada uma concepção artística do buraco negro Sagittarius A\*, aquele localizado no centro de nossa própria galáxia (figura 12). Diferentemente da simulação, a escolha de representação neste caso foi pela imagem que seria formada caso o buraco negro fosse observado “de cima”, ou seja, caso o disco de acreção estivesse em posição vertical em relação ao observador. É interessante notar que, nessa representação, não há presença de outro efeito óptico além do efeito Döppler, como é na ilustração de Luminet. A lente gravitacional aqui não se aplica porque não há um corpo massivo posicionado entre o observador e qualquer parte da trajetória da luz no disco de acreção. Essa concepção artística se tornou ainda mais interessante após a divulgação das primeiras imagens de buracos negros obtidas por telescópios, pois foi quando se atestou o nível de exatidão das previsões e a acurácia dos trabalhos realizados até ali. A escolha de uso de cores, no entanto, é a mesma para as duas figuras, pois esta não se trata mais de uma escolha artística, mas de uma aplicação direta de conceitos familiares: os efeitos ópticos *Redshift* e Döppler.

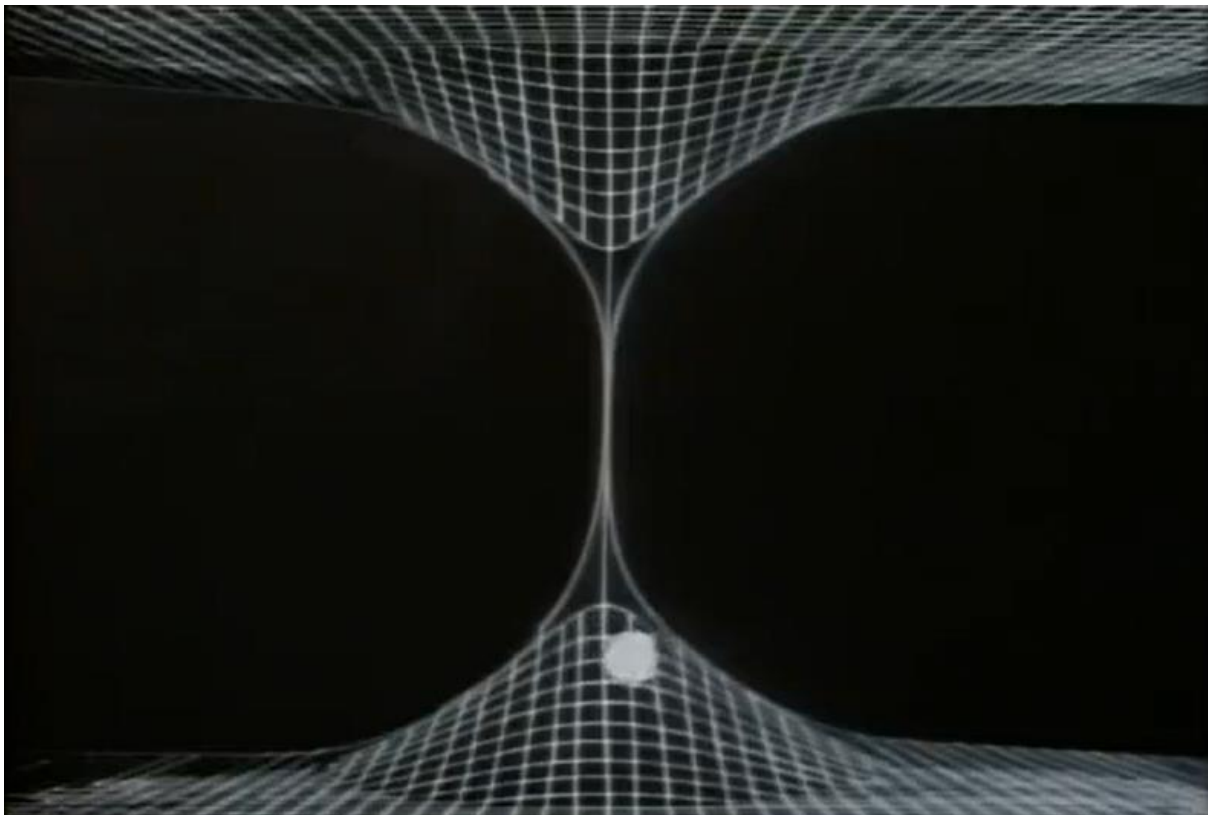


Figura 14. Fotograma da série *Cosmos* (1980). Buraco de minhoca representado na série de Carl Sagan.

Na contramão dos buracos negros, os buracos de minhoca somente existem matematicamente e somente se afirmam no campo da possibilidade. Isso não impede, entretanto, que cientistas, artistas e entusiastas busquem representar aquilo que acreditam que poderia ser a aparência de um desses fenômenos. O grande astrofísico e divulgador científico

estadunidense Carl Sagan (1934-1996) não se furtou de abordar este fenômeno hipotético em sua série *Cosmos*, de 1980. Para fins didáticos, Sagan mostra uma malha geométrica cuja curvatura se conecta a um túnel com uma saída pela qual, um corpo celeste, representado por uma bola branca, emerge girando, em continuidade ao movimento que realiza em órbita ao redor do núcleo do fenômeno. Esta forma de representar a Ponte de Einstein-Rosen se mostra bastante popular até os dias atuais, uma vez que a malha quadriculada permite a visualização do túnel que conectaria uma entrada e uma saída, um buraco negro e um buraco branco.

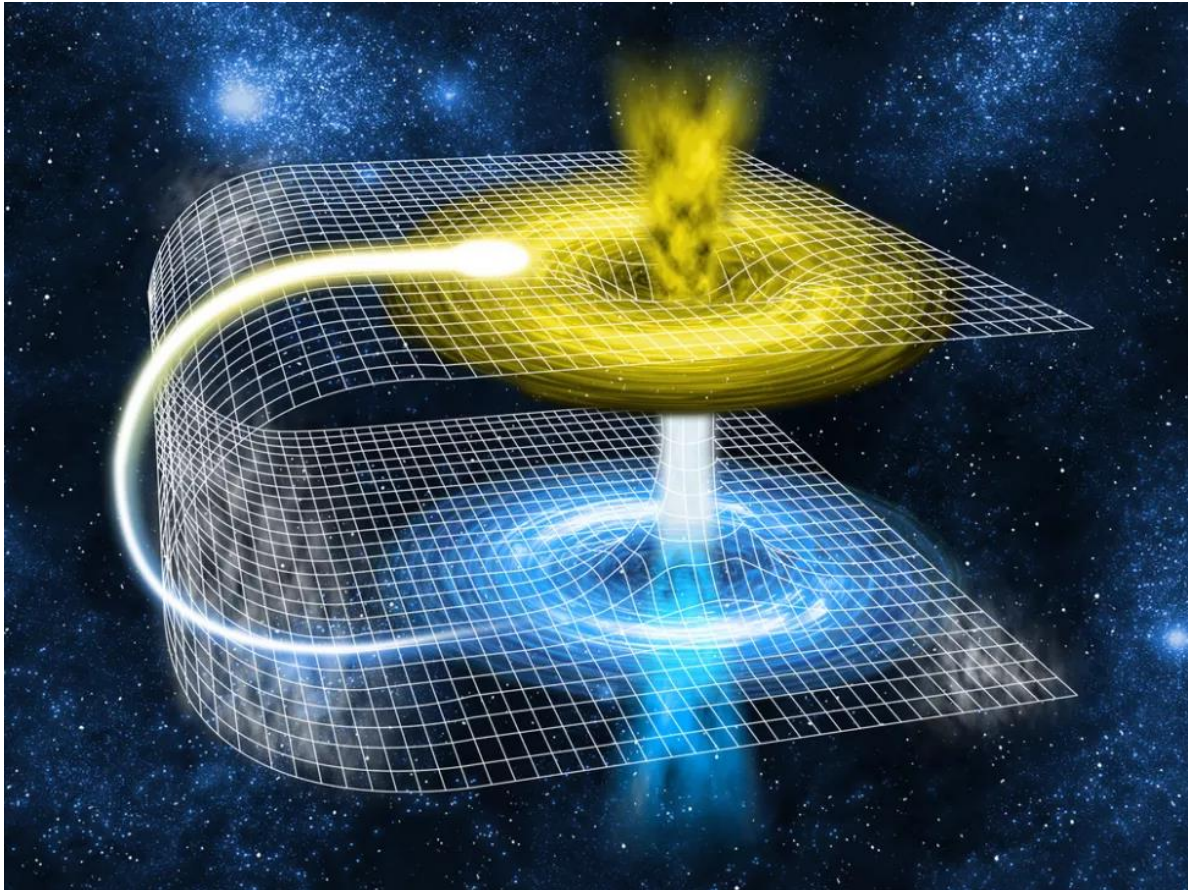


Figura 15. Concepção artística mostrando o espaço-tempo dobrado pelo buraco de minhoca. Eugen Dobric (s/a).

Fonte: <https://www.em.com.br/app/noticia/especiais/educacao/enem/2015/04/18/noticia-especial-enem,638996/ha-50-anos-morria-o-fisico-albert-einstein.shtml> Acesso em: 12/12/2022.

A complexidade do tema, especialmente dado o seu caráter puramente hipotético, impõe desafios de representação, uma vez que são os buracos negros a única referência visual aproximada da qual se pode extrair dados. Por isso, o uso da malha quadriculada volta a se fazer presente na vasta maioria das ilustrações, fortalecendo a noção do que seria uma dobra no espaço-tempo e como ela funcionaria. As referências obtidas a partir de representações de buracos negros também permitem aos artistas a construção daquilo que seria seu oposto direto, o buraco branco, no qual nenhuma matéria conseguiria adentrar.

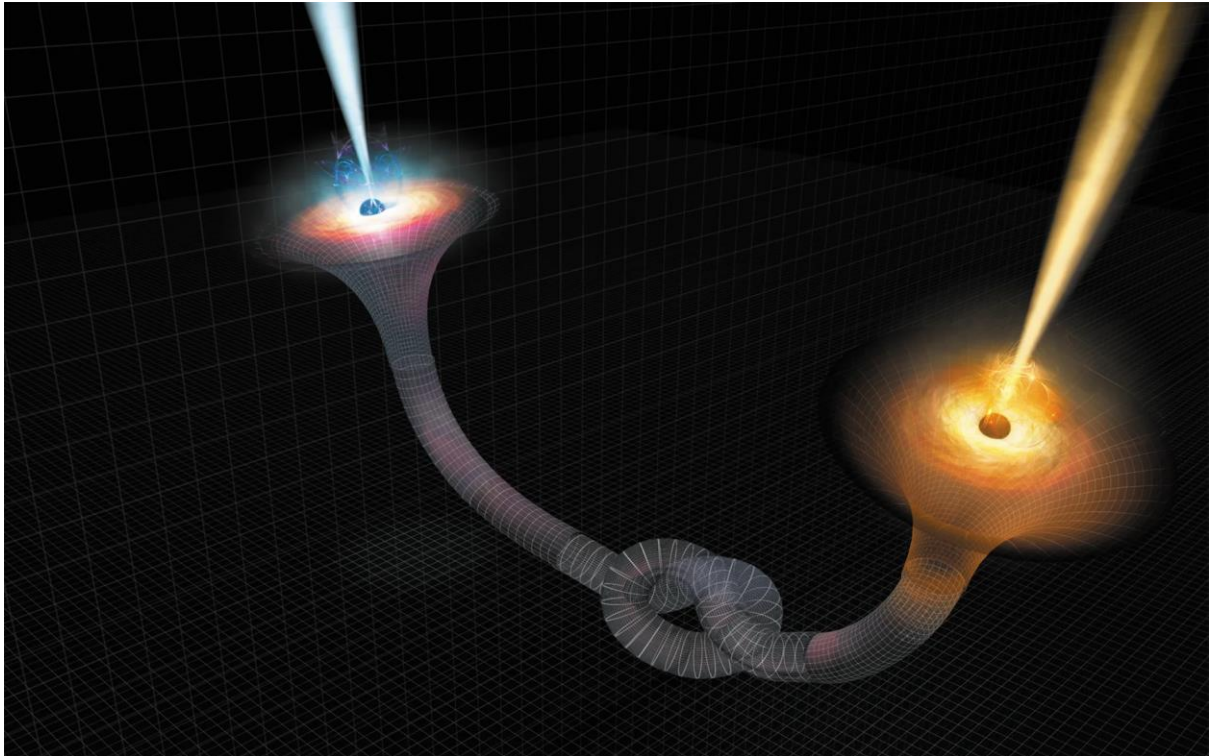


Figura 16. Ilustração digital mostrando o túnel não linear que ligaria a entrada e a saída de um buraco de minhoca. Malcolm Godwin '*Moonrunner Design*'. 2016. Fonte: <https://www.ias.edu/in-the-media/2016/maldacena-wormholes> Acesso em: 14/12/2022.

Nesse contexto, é comum que as ilustrações não sejam empenhadas em viés mais realista. Por isso, a malha quadriculada pode ser usada como na figura 15, na qual representa o possível efeito de dobra no tecido do espaço-tempo, ou como se vê na figura 16, na qual ela representa toda a vastidão cósmica, além de dimensionar a composição do túnel. Nas representações destes fenômenos, contudo, é interessante notar que as leis da física já familiares aos entusiastas não passam despercebidas, como é o caso do efeito Döppler. O disco de acreção de um buraco negro é representado em tons alaranjados por se tratar de uma onda distorcida pela crescente distância que ganha do observador – por conseguinte, a luz de um buraco branco, que seria o outro lado de um buraco de minhoca, somente poderia ser percebida como se estivesse se aproximando do observador e, por isso, suas ondas seriam distorcidas para o azul no espectro visível.



## 2.4. As representações do entrelaçamento quântico

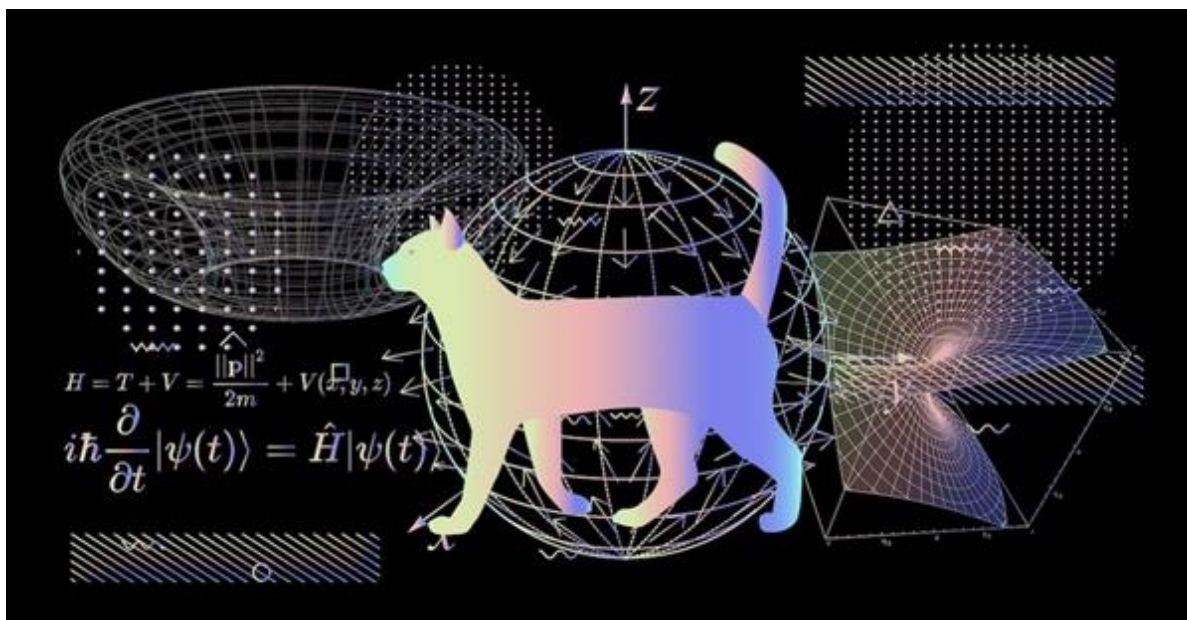


Figura 17. Ilustração digital com o entrelaçamento quântico e o Gato de Schrödinger como temática.

Local\_Doctor (s/a). Fonte: <https://astronomy.com/news/2022/10/what-is-quantum-entanglement> Acesso em: 20/01/2023.

Os elementos matemáticos, no entanto, não parecem se fazer presentes apenas na geometria, uma vez que a matemática é a principal linguagem pela qual são comunicadas teorias e descobertas da física. Neste cerne, pode ser vista a figura 17, uma curiosa representação da teoria do Gato de Schrödinger que, embora possa não ter sido realizada para este propósito, foi utilizada para fins didáticos em algumas publicações on-line, como nos sites de divulgação científica Astronomy<sup>15</sup> e The Conversation<sup>16</sup>. Na ilustração digital, é possível ver diferentes elementos associados aos estudos de física quântica se sobrepondo em uma espécie de plano de fundo sobre o qual se posiciona o principal elemento da composição a silhueta de um gato, em alusão direta ao gato do experimento mental de Schrödinger. Como cor predominante, o preto mais uma vez parece assumir o papel de representar uma vastidão misteriosa ou, ao menos, aludir a ela, já que não há intenção de fazer crer que esta ilustração representa o próprio cosmos. No entanto, os objetos da composição possuem cores que parecem variar a partir do azul – embora não seja o próprio azul predominante –, reforçando a forte significância que a cor possui nas representações artísticas relacionadas aos estudos do espaço.

<sup>15</sup> MULLER, A. What is quantum entanglement? A physicist explains Einstein's 'spooky action at a distance'. Disponível em: <https://astronomy.com/news/2022/10/what-is-quantum-entanglement> Acesso em: 30/01/2023.

<sup>16</sup> FORSTNER S. Could Schrödinger's cat exist in real life? Our research may provide the answer. Disponível em: <https://theconversation.com/could-schrodingers-cat-exist-in-real-life-our-research-may-provide-the-answer-147752> Acesso em: 30/01/2023.



No caso desta ilustração, por não se tratar em nenhuma medida de uma tentativa de aproximação ao real, a cor basta para que se entenda que não se trata da representação, por exemplo, de um quadro negro ou de uma página de livro, mas da reunião de conceitos atrelados à astrofísica.

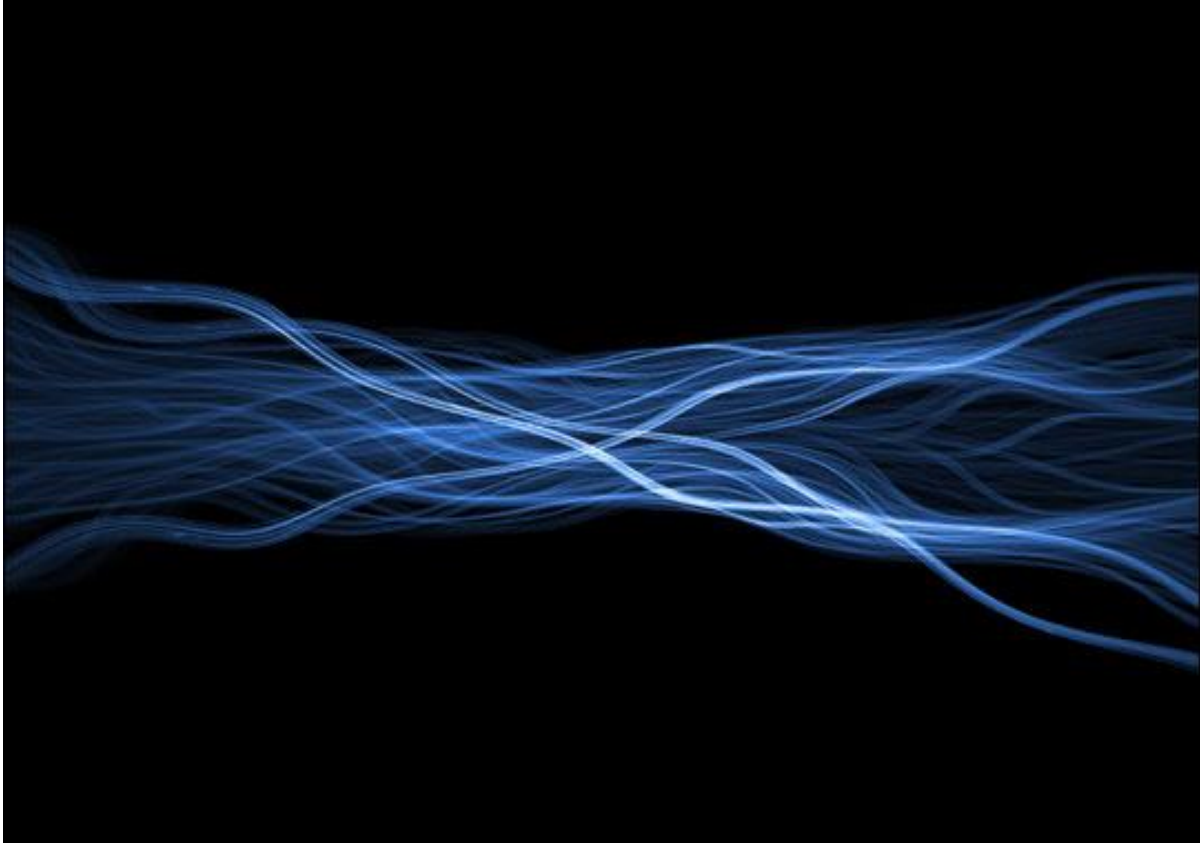


Figura 18. Visualização do entrelaçamento quântico. Discovery News/Universe Today. 2019. Fonte: <https://www.universetoday.com/142869/first-ever-image-of-quantum-entanglement/> Acesso em: 19/12/2022.

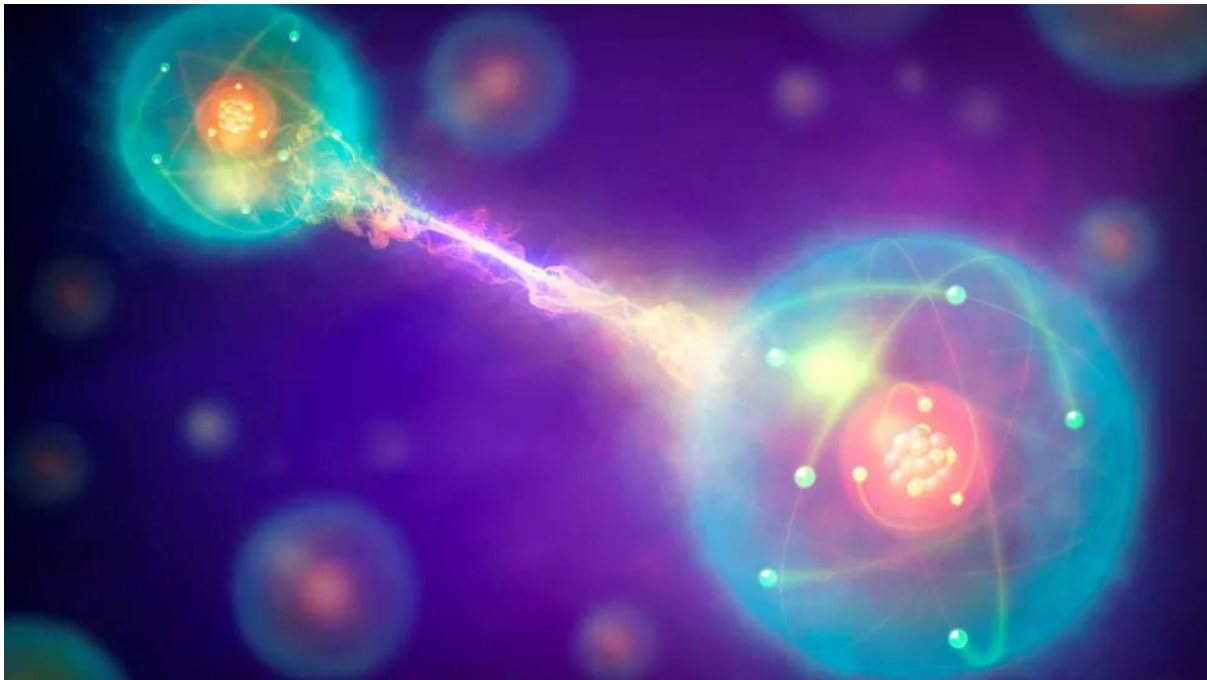


Figura 19. Entrelaçamento quântico visualizado em partículas subatômicas. Mark Garlick, 2019. Fonte: <https://www.livescience.com/63067-quantum-entanglement-record-china.html> Acesso em: 20/12/2022.

O entrelaçamento quântico também é o tema das figuras 18 e 19, mas as representações possuem interessantes diferenças. A figura 18 apresenta um fundo preto – mais uma vez um caso de possível alusão à vastidão e ao mistério do cosmos – cortado por filamentos na cor azul, que, neste contexto, podem ser vistos como ligações entre dois pontos que não são representados na imagem. A simples composição pode ser um indicativo de que houve uma tentativa de facilitação do entendimento do conceito visualizado, mas também pode indicar a dificuldade de se representar, com algum grau de realismo, um fenômeno do qual tão pouco é sabido. Entretanto, a figura 19 parece desafiar essa possibilidade, uma vez que traz ao interlocutor a chance de visualizar a ação do entrelaçamento sobre duas partículas subatômicas. Observa-se que a composição não admite a presença do negro como cor predominante – em vez disso, o roxo aparece como coloração principal e, por consequência, a sensação de vastidão dá lugar à sensação de que a imagem representa um sistema fechado. Por isso, o filamento que liga as duas partículas, com forma muito similar a um raio, não parece estar ligando duas partículas em pontos diferentes do cosmos. Aqui, é fácil imaginar que se trata de uma representação microscópica de um corpo, provavelmente, muito maior do que é apresentado e, portanto, todas as partículas vistas ali estão em uma proximidade considerada normal no mundo de escala macroscópica. A escala da representação, no caso do entrelaçamento quântico, parece ser um problema inerente ao fenômeno, já que as distâncias que separam partículas entrelaçadas podem, na realidade, ser incomensuráveis.

### **3º Capítulo – A iconografia dos fenômenos não observados: *Space Art* e o cinema de Ficção Científica**

#### **3.1. A Space Art**

O limite traçado entre arte e ciência foi desafiado muitas vezes por colaborações importantes entre as áreas, mas é desde a década de 1960 que vem sendo desafiado cada vez mais intensamente. Um dos maiores responsáveis pela exploração inovadora de conceitos físicos feita por meio da arte foi Chesley Bonestell (1888-1986), pioneiro estadunidense da chamada *Space Art* (Arte Espacial, em tradução livre). Bonestell é um exemplo de como as colaborações entre arte e ciência têm muito a oferecer ao mundo: suas obras ajudaram a popularizar as missões tripuladas ao espaço, ilustraram livros e revistas científicas e inspiraram gerações de artistas e cientistas. Cerca de vinte anos antes do primeiro pouso de uma nave tripulada na Lua, antes mesmo da fundação da NASA, Bonestell pintou fantásticas paisagens lunares tomadas por seres humanos. Seu interesse na exploração espacial mudou os rumos de sua carreira artística e o tornou a maior referência de arte e ciência, impactando todo o gênero da ficção científica definitivamente<sup>17</sup>. Antes que qualquer sonda ou telescópio pudesse capturar os cenários mais inacreditáveis do cosmos, Chesley Bonestell os transformou em realidade com um nível de acurácia que, ainda hoje, espanta interlocutores leigos ou especializados.

---

<sup>17</sup> Chesley Bonestell: A brush with the future. Documentário. Direção: Douglass M. Stewart. Disponível em: <https://tubitv.com/movies/564222/chesley-bonestell-a-brush-with-the-future>. Acesso em: 15/01/2023.

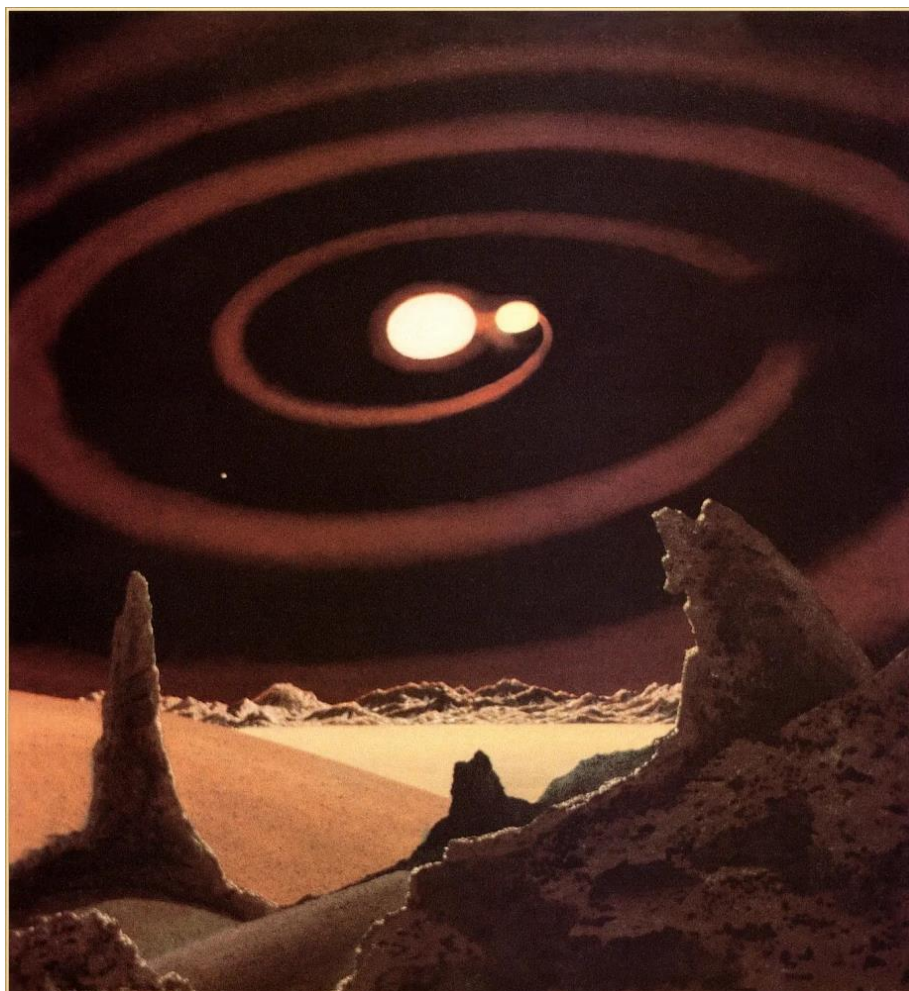


Figura 20. Chesley Bonestell. Beta Lyrae. 1960. Fonte: <https://www.bonestell.org/> Acesso em: 12/01/2023.

A figura 20, de sua autoria, retrata um sistema binário de estrelas conhecido como Beta Lyrae ou Sheliak, como nomeada por astrônomos árabes. Sua existência é há muito conhecida por estudiosos, mas somente em 1784 o holandês John Goodricke (1764-1786) pôde atestar a natureza variável da intensidade de seu brilho em um período menor que 100 anos, classificando o sistema como uma estrela variável. A primeira imagem diretamente obtida do sistema binário, no entanto, somente foi divulgada no ano de 2008 por Ming Zhao e sua equipe, que trabalhou com o interferômetro CHARA Array<sup>18</sup>. A pintura de Bonestell, datada de 1960, se torna ainda mais surpreendente quando nos damos conta de suas escolhas artísticas: as estrelas componentes do sistema são retratadas levemente achatadas, em referência à distorção que sofrem devido à força gravitacional que uma exerce sobre a outra. Além disso, é possível ver, em forma espiral, que algo está sendo emitido pelas estrelas – trata-se da variação de

---

<sup>18</sup> ZHAO, M. *et al.* First Resolved Images of the Eclipsing and Interacting Binary  $\beta$  Lyrae. 2008.

emissão de ondas, geralmente representada por cientistas por meio de gráficos que, por Bonestell, é tratada como um elemento visual da obra.

Em outra obra de Chesley Bonestell, *Our Galaxy, The Milky Way*, de 1970 (figura 21), entramos em contato com mais um fenômeno que somente pode ser imaginado pelo artista: a Via Láctea, a galáxia na qual habitamos, vista a partir de um ponto externo a ela. Até os dias atuais, todas as imagens da Via Láctea são representações, uma vez que não foi ainda possível enviar nenhuma sonda longe o suficiente para que seja capturada uma imagem externa da nossa própria galáxia<sup>19</sup>. Bonestell, no entanto, não poupou esforços ao buscar mostrar qual seria a visão a partir de algum outro planeta próximo o suficiente da Via Láctea para que sua observação fosse plenamente possível a olho nu.



Figura 21. Chesley Bonestell. *Our Galaxy, The Milky Way*. 1970. Fonte: <https://www.bonestell.org/> Acesso em: 12/01/2023.

Novamente, destaca-se na obra de Bonestell sua incrível capacidade de imaginar, tendo em mente dados reais, o que seria visto, por olhos humanos, caso dados pudessem ser transformados em imagens. É importante notar também como o seu trabalho com cores, luz e sombra e perspectiva são fundamentais para uma leitura que unifique experiência artística com divulgação científica. Apesar dos cenários imaginados, o artista parece não ultrapassar os limites do possível para muito além das paisagens a partir das quais se observam os fenômenos

---

<sup>19</sup> POMEROY, R. How Do We Know What the Milky Way Looks Like When We Are Inside It?. In: *Real Clear Science*. 2020.



em questão. Superfícies rochosas se fazem muito presentes em toda a sua produção artística justamente por oferecerem certo grau de verossimilhança à obra. Ou seja, aparentemente seria mais fácil à mente humana aceitar a verdade da observação de tais fenômenos a partir de um ponto quase familiar. Embora saibamos que não se trata da Terra em nenhuma das duas figuras, os picos rochosos, tão similares àquilo que cotidianamente vemos, tornam a Via Láctea ou o sistema Beta Lyrae possíveis à mente humana. É importante destacar que Bonestell poderia ter-se baseado não somente em dados, mas também, provavelmente, nas ilustrações do livro *Astronomie Populaire* (1880)<sup>20</sup> – como a que pode ser vista na figura 22 – de Camille Flammarion que, por sua vez, se baseia na tradição ocidental de pintura de paisagem. Suas formações rochosas em primeiro ou segundo plano cortam dramaticamente a linha de um horizonte distante, aproximando-se de obras como *Paisagem com formações rochosas íngremes às margens de um rio* (1603), de Jacques de Gheyn, (figura 23).

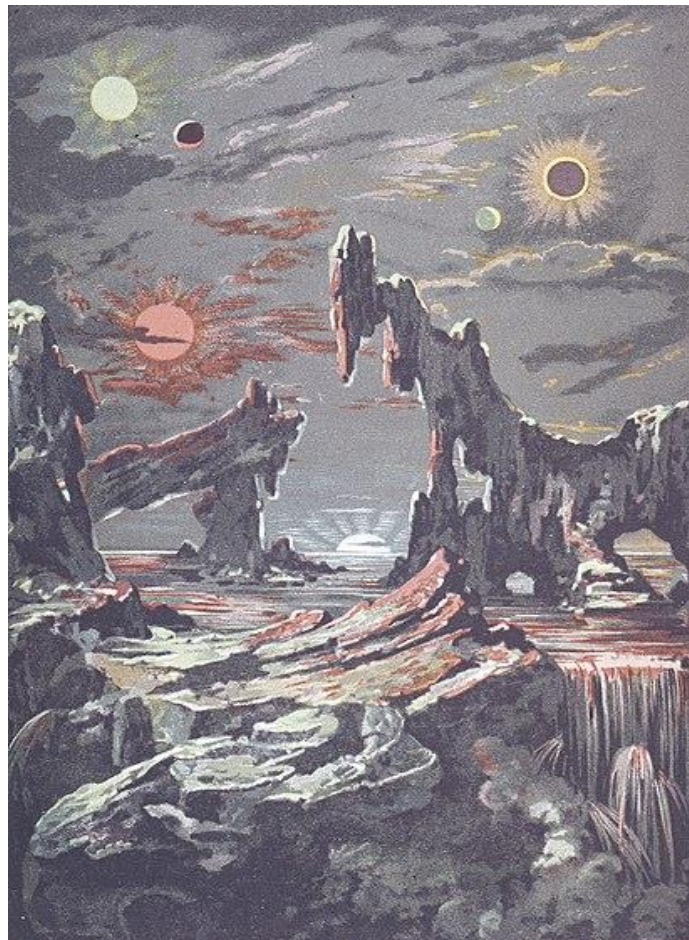


Figura 22. Ilustração do livro *Astronomie Populaire* (1880), de Camille Flammarion, vem acompanhada dos dizeres: “que pintor poderia imaginar a estranha luz de um mundo iluminado por quatro sóis e quatro luas.”

Fonte: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k96291926/f818.item> Acesso em: 23/01/2023.

<sup>20</sup> FLAMMARION, C. *Astronomie Populaire* (1880). Disponível em: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k96291926/f101.planchecontact> Acesso em: 30/01/2023.



Figura 23. Jacques de Gheyn, *Paisagem com formações rochosas íngremes às margens de um rio*, 1603. Fonte: <https://www.rijksmuseum.nl/en/search/objects?q=mountains+landscape&p=10&ps=12&st=Objects&ii=1#/RP-T-1914-5,109> Acesso em: 05/02/2023.

A obra de Chesley Bonestell estabeleceu parâmetros para as produções artísticas posteriores que vieram novamente a abordar temas de difícil representação. Uma vez que parte dos fenômenos abordados no 2º capítulo é conhecida na forma de dados que não somos capazes de representar imageticamente, a arte se tornou um meio no qual, cada vez mais, ecoam ideias e transitam suposições do que poderia ser visto, caso tais fenômenos emitissem ondas de comprimentos passíveis de percepção visual.

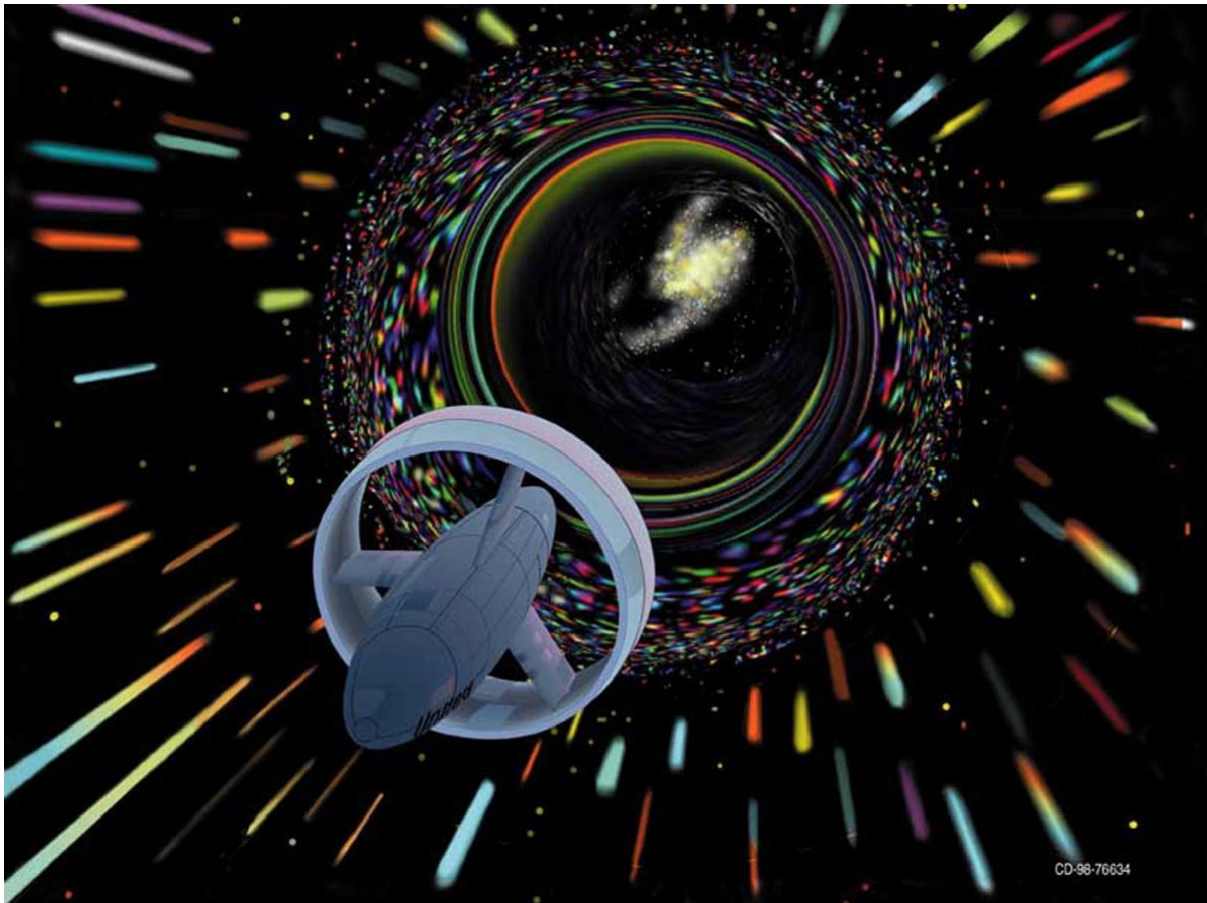


Figura 24. Les Bossinas (Cortez III Service Corp.). *Wormhole Passage*. 1998. Fonte: <https://www.nasa.gov/centers/glenn/multimedia/artgallery/wormhole.html> Acesso em: 13/01/2023.

É possível observar esse poder da arte em inúmeras outras obras posteriores às de Chesley Bonestell, como na obra digital *Wormhole Passage*, do ilustrador técnico aposentado Les Bossinas, vista na figura 24. Como descrito pela própria NASA, “esta nave espacial hipotética, com um anel de indução por ‘energia negativa’, foi inspirada por teorias recentes [ao período] que descrevem como o espaço poderia ser deformado com energia negativa para a produção de transportes hiper rápidos a fim de alcançar sistemas estelares distantes.”<sup>21</sup> A imagem construída, apesar de aparentar servir a propósitos puramente científicos, parece ter sido imbuída de valor histórico pelo contexto que atualmente lhe cerca: esta é uma obra permanentemente exposta na antiga galeria *on-line* da NASA, que permanece aberta à visitação, mas está inativa.

O trabalho de Les Bossinas apresenta um buraco de minhoca retratado como uma espécie de portal cuja saída pode ser claramente vista a partir do túnel pelo qual percorre a nave. Este túnel, embora não possua limites ou contornos claros, pode ser delimitado pela presença

---

<sup>21</sup> ZONA, K. *Wormhole Passage*, NASA. 2008. Disponível em: <https://www.nasa.gov/centers/glenn/multimedia/artgallery/wormhole.html> Acesso em: 13/01/2023.



de movimento na ilustração, visto que as cores utilizadas para representar diferentes comprimentos de ondas se espalham a partir de um determinado ponto localizado nos arredores da saída do buraco de minhoca. As distorções causadas na luz também podem ser sentidas à medida em que traços de cores viram pontos e pontos viram linhas circulares, que desenharam uma espécie de limite do espaço interno do túnel, em alusão ao efeito das lentes gravitacionais.



Figura 25. Rost9. Travel through a wormhole through time and space filled with millions of stars and nebulae. c. 2019. Fonte: <https://www.newscientist.com/article/2253157-travelling-through-a-wormhole-without-dying-may-actually-be-possible/> Acesso em: 13/01/2023.

Elementos muito similares aparecem em outras tentativas de representação de um fenômeno cuja existência sequer é provada. A figura 25, ilustração digital do artista Rost9, apesar de diferente da anterior, guarda para com ela similaridades interessantes, que podem ser conferidas em inúmeras outras representações da Ponte de Einstein-Rosen. A conceitualização do túnel constituinte da ponte, por exemplo, é comumente associada à distorção da luz, de modo que as cores presentes nas paredes dêem ao interlocutor a sensação, não apenas de movimento, mas de interação com algo impossível de ser descrito em palavras. É possível assumir, entretanto, que as cores utilizadas nesta imagem também tenham a função de retratar a intensa atividade da radiação eletromagnética que se calcula existir dentro de uma destas pontes.

A sensação de movimento também é parte fundamental da obra vista na figura 26. Trata-se de uma cena do filme *Star Wars*, de 1977, cuja viagem interestelar rápida recebe a nomenclatura de Hiperespaço. Este elemento hipotético se faz presente na ficção científica alimentando a possibilidade da viagem de um corpo a uma velocidade superior à da luz. O hiperespaço seria uma região alternativa do espaço que pode ser acessada por meio de um campo energético ou algum dispositivo específico para isso<sup>22</sup>.



Figura 26. Fotograma do filme *Star Wars*. George Lucas. Hiperespaço. 1977.

De acordo com a publicação *Brave New Words: The Oxford Dictionary of Science Fiction* (2007), editado por Jeff Prucher, o termo Hiperespaço surgiu, originalmente, na matemática e foi usado para designar um espaço com mais de três dimensões.<sup>23</sup>

A importância desta composição reside exatamente em sua construção, tão similar àquela feita por Les Bossinas, mas que a antecede em duas décadas. Embora não haja a intenção de representar qualquer túnel, o movimento construído pela distorção da luz parece fomentar uma sensação similar à que evoca a figura 24. Ao centro da imagem, vemos um ponto de luz que surge como uma espécie de referência a um final de estrada, a luz no fim do túnel. Ao passo em que esta construção é realizada para comunicar um rápido deslocamento, é possível que os

---

<sup>22</sup> CASTAÑEDA, H. Sobre o Hiperespaço. 2005. Disponível em: <http://vintage.portaldoastronomo.org/cronica.php?id=34> Acesso em: 18/01/2023.

<sup>23</sup> PRUCHER, J. *Brave New Words: The Oxford Dictionary of Science Fiction*. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=IJCS0reqmFUC&pg=PA94&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=IJCS0reqmFUC&pg=PA94&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false) Acesso: 21/01/2023.



mesmos elementos sejam aplicados a representações de outros fenômenos que também envolvem a rapidez do movimento impulsionado. É o que se vê na figura 27, trabalho que buscou retratar como teria ocorrido o instante em que toda a matéria condensada em um único ponto iniciou sua expansão, dando origem a tudo o que se conhece do cosmos hoje em dia: o Big Bang.

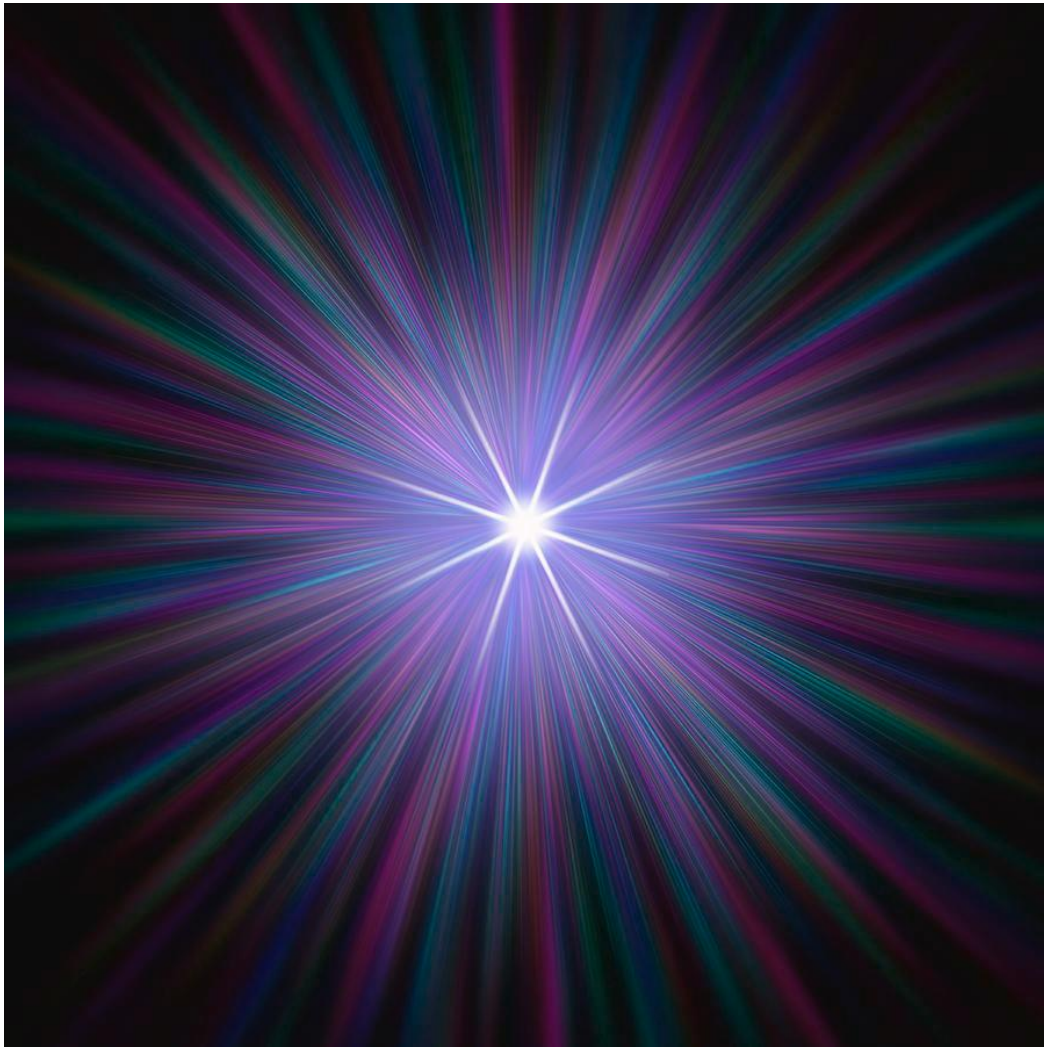


Figura 27. Laguna Design. Big Bang, Conceptual Artwork. 2019. Fonte: <https://fineartamerica.com/featured/2-big-bang-conceptual-artwork-laguna-design.html> Acesso em: 13/01/2023.

Esta imagem, embora não evoque nenhum elemento alusivo a uma ponte ou passagem, contém a mesma sensação de movimento que pode ser vista nas outras obras. Interessante, no entanto, é verificar que a representação das ondas de luz não se faz por traços descontínuos, mas por linhas inteiras – recurso geralmente atribuído à representação da luz emitida por estrelas. Portanto, é natural que a figura 27 seja instintivamente atribuída à sensação de explosão de um corpo externo ao do interlocutor, ao passo em que as figuras anteriores buscaram construir uma explosão como se visualizada a partir do próprio interlocutor. Esta

oposição de conceitos acrescenta dados de leitura às imagens, mas não opõe a execução, de modo que o principal motivo das obras é igualmente comunicado: movimento rápido da luz.

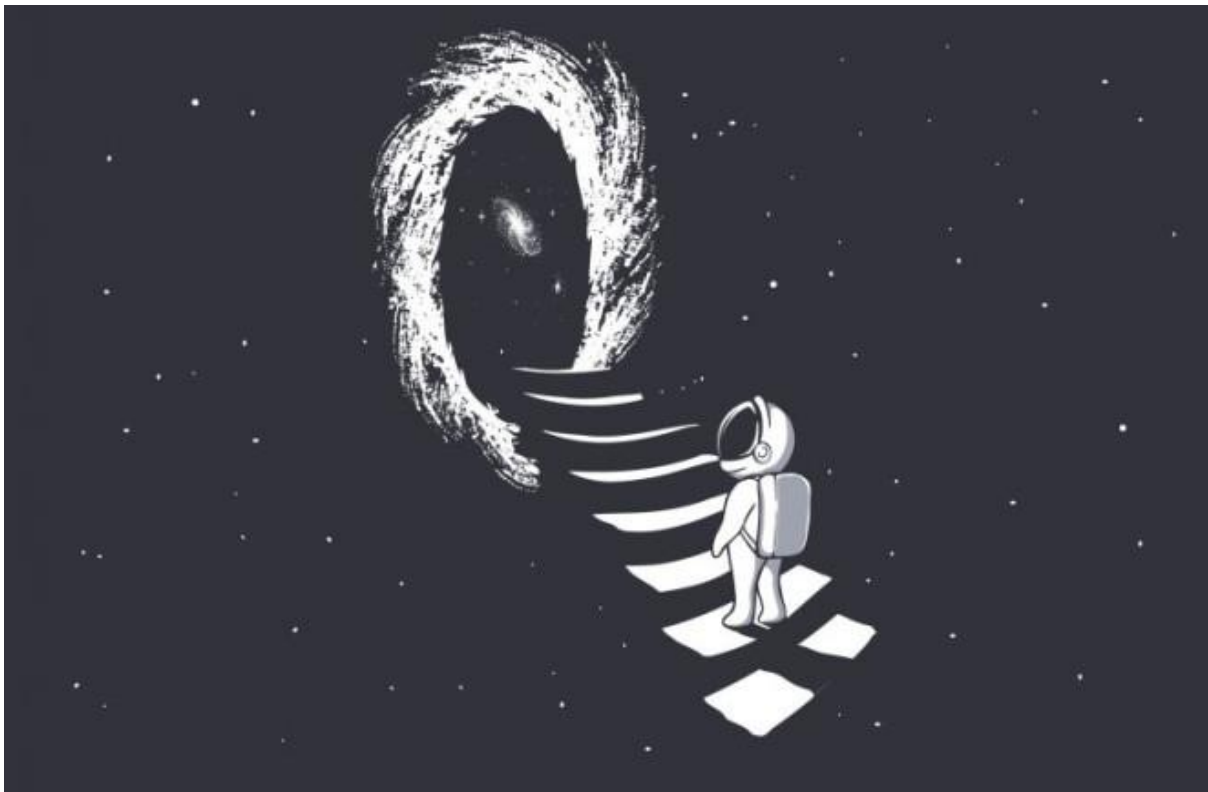


Figura 28. Dmytro Dimonika. An astronaut climbs the stairs into the wormhole – portal to another dimension. 2019. Fonte: <https://astronomy.com/news/2019/07/if-wormholes-exist-could-we-really-travel-through-them>

Acesso em: 10/12/2022.

Indo na contramão das demais ilustrações, a figura 28, um lúdico trabalho do ilustrador ucraniano Dmytro Dimonika, dá ao buraco negro e ao buraco de minhoca uma ideia de acessibilidade divertida, com uma composição que pouco se importa com fidedignidade científica. Um pequeno astronauta sobre uma escadaria em direção a um buraco de minhoca cuja saída para outra galáxia, assim como na ilustração de Les Bossinas, pode ser vista antes de adentrá-lo.

O caráter lúdico da obra cria, ao mesmo tempo, o senso de absurdo, uma vez que brinca com o conceito das Pontes de Einstein-Rosen, e uma sensação de familiaridade, já que utiliza elementos palpáveis da vida cotidiana, como a escada, ou evoca a sensação de lugar comum, já que faz do disco de acreção do buraco negro uma espécie de porta. A ludicidade é um elemento relevante para a popularização de conceitos complexos, promovida por Chesley Bonestell ao longo de sua carreira e como fez Lia Halloran o ilustrar o livro da renomada cosmóloga Janna Levin, *Black Hole Survival Guide* (2020), sem tradução no Brasil.



Figura 29. Black Hole Survival Guide, ilustração de Lia Halloran para o livro de Janna Levin. 2020. Fonte: <https://www.artnews.com/art-news/artists/janna-levin-black-hole-survival-guide-1234581812/> Acesso em: 14/11/2022.

Em seu trabalho para o livro, Lia Halloran explora sua imaginação por meio das palavras de Janna Levin, de modo a permitir que a arte facilite a observação daquilo que é descrito no texto. Contudo, a ludicidade é o mais pungente elemento de ambas as partes do livro – texto e imagem – uma vez que são trabalhadas especulações a respeito de cenários imaginários, nos quais uma pessoa comum pode ser um astronauta que, à deriva no espaço, acaba se aproximando de um buraco negro.

A contribuição entre cosmóloga e artista se deu graças aos esforços de Janna Levin, professora de física e astronomia da Universidade de Columbia, em investir na fundação de um espaço interdisciplinar no qual arte e ciência se complementam, o *Pioneer Works*, onde atua como diretora de ciências.<sup>24</sup>

Novamente, vemos um trabalho de linguagem acessível, ainda que não seja fomentado, somente por meio das ilustrações, qualquer sentimento de possibilidade ou de capacidade individual de realizar tal feito. Embora a leitura do livro complete o sentido das imagens, a figura 29 ainda é capaz de se conectar com a figura anterior ao trazer a figura do

---

<sup>24</sup> Pioneer Works. About. Disponível em: <https://pioneerworks.org/about> Acesso em: 20/01/2023.



astronauta errante como uma espécie de navegador espacial, que encontra, em um buraco negro, uma rota a seguir. O trabalho de Lia Halloran, porém, aparenta certa preocupação com a correta aplicação do efeito Döppler causado pela enorme distorção sofrida pela luz por um corpo tão massivo, além de não se utilizar de nenhum outro elemento terreno, somente o próprio astronauta, para conectar o interlocutor à ideia que deseja transmitir.

### 3.2. Os fenômenos no cinema de ficção científica

Devidamente, buracos negros e buracos de minhoca, talvez por serem tão pouco conhecidos – o segundo, de fato, nunca sequer encontrado – habitam o imaginário coletivo tanto quanto as missões a outros planetas e galáxias. Por isso, não surpreende que sejam dois dos temas mais abordados na ficção científica das últimas quatro décadas.

Embora viagens espaciais de extrema velocidade já tivessem sido retratadas no cinema, como no já citado *Star Wars* (1977) ou no clássico *2001: Uma Odisseia no Espaço* (1968), foi somente no ano de 1979 que um buraco negro foi retratado pela primeira vez em uma película. O filme, intitulado *O Buraco Negro*, foi produzido pelos estúdios Disney e lançado apenas um ano após ter sido realizada a primeira ilustração de um buraco negro, a de Luminet. Ainda que com existência já atestada, a aparência desse fenômeno, até então, era desconhecida para a maioria das pessoas e, para que sua construção imagética fizesse sentido para as audiências, o diretor Gary Nelson escolheu utilizar-se de ícones há muito explorados pela arte.

O filme narra a história de uma equipe de exploração do espaço profundo que, prestes a encerrar sua missão, encontra um buraco negro e, próximo a ela, uma antiga nave espacial há muito tida como desaparecida. Depois de investigações e conflitos, é descoberta a ação do capitão desta nave, Dr. Reinhardt, que transformou toda a tripulação em andróides e que pretende abater a nave dos protagonistas. O plano dá errado e ambas as naves são atraídas para dentro do buraco negro. Para o vilão do filme, o interior do buraco negro funcionaria como uma espécie de prisão perpétua altamente punitiva e, por isso, o cenário é tomado como uma localização infernal. A ideia do fogo infernal, mesmo presente na Bíblia, foi popularizada pela arte românica<sup>25</sup>, e abordada em numerosas outras obras, como *A Divina Comédia* de Dante Alighieri. Nesta obra, é descrito o sexto círculo do inferno, destinado a queimar hereges em fogueiras. Ainda que presente em outras mitologias, o conceito de inferno aplicado por Nelson

---

<sup>25</sup> The World History Archive and Compendium. Depiction of Hell from the Hortus Deliciarum (1180). Disponível em: <https://worldhistoryarchive.wordpress.com/2019/10/02/depiction-of-hell-from-the-hortus-deliciarum-1180/> Acesso em: 22/01/2023.

existe em um contexto histórico altamente influenciado pela iconografia cristã. Similarmente, a representação da aparência do buraco negro para os protagonistas possui elementos que remetem ao Paraíso.



Figura 30. Fotograma do filme *O Buraco Negro*. Gary Nelson. O vilão se perde dentro do buraco negro. 1979.



Figura 31. Fotograma do filme *O Buraco Negro*. Gary Nelson. Os protagonistas se aproximam da saída do buraco negro. 1979.

O túnel pelo qual os protagonistas se deslocam é representado como uma entrada de catedral, com arcos ogivais desenhando as paredes internas do cenário e uma luz branca ao final do caminho pelo qual parecem ser guiados por uma figura angelical. Esta escolha, além de opor diretamente as intenções virtuosas dos protagonistas à corrupção do vilão, também auxilia às audiências na compreensão visual de algo que, até então, não havia sido diretamente abordado. Ainda que atualmente se entenda as ligações estabelecidas entre o hiperespaço de *Star Wars* e

a teoria das Pontes de Einstein-Rosen, a escolha de colocar em tela um buraco negro foi primeiramente feita por Gary Nelson – embora haja oposições de cientistas a esta escolha.<sup>26</sup>



Figura 32. Fotograma do filme *O Enigma do Horizonte* A entrada do buraco negro é um mecanismo giratório dentado. 1997.

Ainda assim, outras obras, como o filme *O Enigma do Horizonte* (1997), dirigido por Paul W. S. Anderson se utilizam da iconografia cristã para tornar concreta a imagem de um buraco negro. Neste caso, uma nave possui a habilidade de gerar buracos negros para deslocar-se rapidamente pelo espaço, mas acaba levando os personagens a uma espécie de porta para o inferno<sup>27</sup>, caracterizado por chamas, paredes constituídas por um mecanismo giratório e uma entrada limitada por uma porta também giratória, mas que possui uma estrutura dentada, como pode ser visto na figura 32. Estas são características que, provavelmente, remontam à máquina de tortura à qual Santa Catarina de Alexandria, mártir da Igreja Católica, teria sido condenada.

---

<sup>26</sup> RYAN, M. 'The Black Hole': The Worst Movie Ever Made?, 2014. Disponível em: <https://screencrush.com/the-black-hole-neil-degrasse-tyson/> Acesso em: 18/01/2023.

<sup>27</sup> FERREIRA, W. Física e Metafísica se encontram no filme O Enigma do Horizonte. 2014. Disponível em: <https://revistaforum.com.br/blogs/cinegnose/2014/11/8/fisica-metafisica-se-encontram-no-filme-o-enigma-do-horizonte-30246.html> Acesso em: 27/01/2023.



Figura 33. Santa Catarina e uma versão macabra de sua roda de tortura (detalhe). Bibliothèque nationale de France, Département des manuscrits, Latin 1156 B, fol. 175r. Fonte: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b52502614h/f361.item> Acesso em: 27/01/2023.

Há outras obras, ainda, que interpretam fenômenos cosmológicos em termos de simbolismo cristão, como o filme *Presságio* (2009), no qual explosões solares são vistas como a chegada do Juízo Final e alienígenas possuem asas de modo a evocar anjos. Embora não trate de fenômenos não observados, esta obra se utiliza de iconografia cristã para explicar fenômenos cosmológicos. Ainda nesta tendência, é possível assinalar o filme *A Fonte da Vida* (2006), no qual viagens no tempo são associadas ao ciclo de vida e morte e a *Árvore da Vida* é associada à explosão de uma supernova. Além disso, é possível verificar a relação que é estabelecida entre a entrega de um fruto desta árvore feita por uma mulher a seu esposo com a aceitação da morte, de modo a evocar a entrega do fruto proibido que Eva faz a Adão.



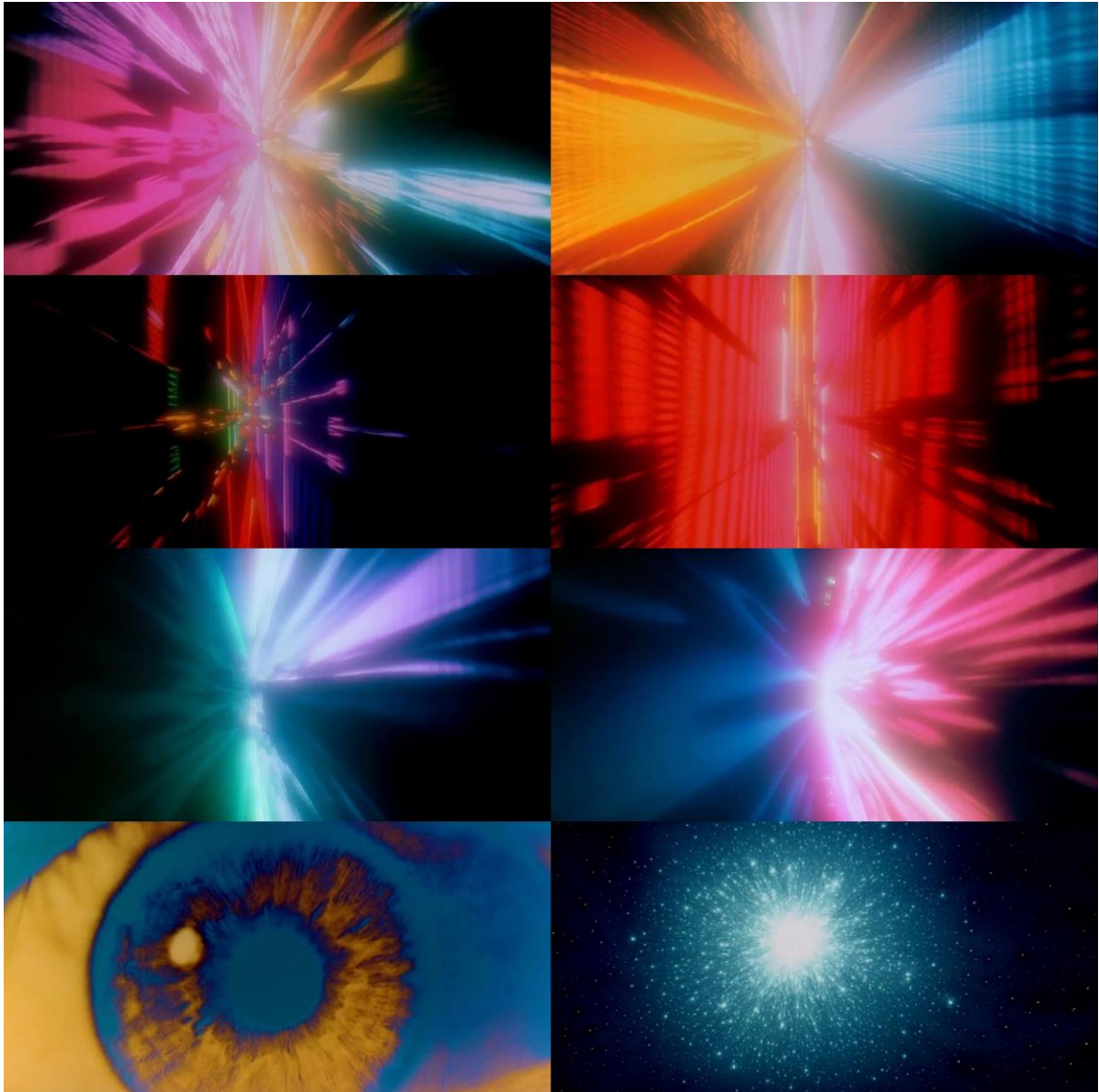


Figura 34. Fotograma do filme *2001: Uma Odisseia no Espaço*. Stanley Kubrick. Stargate Sequence. 1968.

É impossível, entretanto, não encontrar na obra de Stanley Kubrick, baseada no livro de Arthur C. Clarke, uma das mais relevantes tentativas de representação artística daquilo que pode ser associado a um buraco de minhoca e, mais precisamente, ao tempo como uma propriedade palpável de uma dimensão superior à que habitamos. Na famosa cena vista na figura 34, chamada de *Stargate Sequence* (Sequência do Portal Estelar, em tradução livre), podem ser vistas luzes coloridas se deslocando rapidamente em direção à câmera, que atua como primeira pessoa e faz as vezes tanto do protagonista quanto do público. O brilho intenso e as cores vibrantes podem, assim, ser lidos como a intensa radiação à qual está exposto o protagonista, mas também como uma representação do caráter sublime daquilo que ele vê. A duração da sequência auxilia os espectadores na sensação de suspensão do tempo, enquanto



seus olhos também são preenchidos pelas fascinantes imagens que tomam a tela. Indubitavelmente, esta é uma das obras mais influentes na ficção científica e é possível, assim, ver as similaridades que guardam outras obras. É o caso de *Interstellar* (2014).



Figura 35. Fotograma do filme *Interstellar*. Christopher Nolan. 2014.

Tido como uma das mais importantes – e mais cientificamente corretas – obras de ficção científica, *Interstellar* é um filme assumidamente embebido em influências de *2001: Uma Odisseia no Espaço*. O diretor da obra, Christopher Nolan, não se furta de entregar ao público detalhes que foram diretamente inspirados pelo filme de 1968, e um desses detalhes pode ser visto na figura 35. Embora a entrada do protagonista no buraco negro pouco dialogue com as luzes que rapidamente se movimentam, ou com o túnel de paredes de matéria exótica – fato que se dá pela acurácia científica do filme, que diferencia buracos negros de Pontes de Einstein-Rosen – a primeira imagem que o protagonista enxerga é extremamente similar a uma das imagens que pode ser vista na figura 34: uma forma abstrata puramente composta por uma luz branca central que parece se expandir ou se desintegrar lentamente, se movendo na direção do astronauta que a observa. É necessário destacar que *Interstellar* foi uma obra originalmente pensada pelos físicos teóricos Kip Thorne e Linda Obst, que tinham por objetivo “explicar ao mundo as ideias de Einstein”.<sup>28</sup> Por isso, há outras duas representações apresentadas pelo filme que merecem atenção: a de um buraco negro supermassivo de giro rápido e a de uma Ponte de Einstein-Rosen.

---

<sup>28</sup> THORNE, K. The Science of Interstellar. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=u\\_Xxz8d3VYo](https://www.youtube.com/watch?v=u_Xxz8d3VYo)  
Acesso em: 30/01/2023.



Figura 36. Fotograma do filme *Interstellar*. O buraco negro Gargantua e o planeta de Miller em sua órbita. 2014.

O buraco negro Gargantua, como é chamado no filme, busca representar de uma maneira impressionantemente fidedigna o que seria visto por alguém que viaja em sua direção em um sentido que posiciona a singularidade entre as extremidades do disco de acreção. As distorções causadas da luz na representação cinematográfica remontam àquelas vistas na simulação divulgada pela NASA (figura 12). Kip Thorne explicou em seu livro, *The Science of Interstellar* (2014), como esta imagem foi concebida ao levar em consideração a massa da singularidade e sua velocidade de giro. É explicado, ainda, que os jatos relativísticos não foram acrescentados a esta representação por se tratar de um buraco negro que não consome uma estrela há milhões de anos.<sup>29</sup> Ele ainda divulga esquemas, baseados em seus cálculos, que permitiram que o Gargantua possuísse as propriedades que possui e apresentasse a aparência vista na figura 36. Além deste, Kip Thorne auxiliou a equipe de efeitos visuais do filme na concepção do buraco de minhoca localizado próximo a Saturno que permite que os astronautas cheguem ao sistema planetário e ao buraco negro supermassivo.

---

<sup>29</sup> THORNE, K. *The Science of Interstellar*. 2014.



Figura 37. Fotograma do filme *Interstellar*. Aspecto da Ponte de Einstein-Rosen como percebido pelos personagens. 2014.

É na representação do buraco de minhoca, ou Ponte de Einstein-Rosen, que o filme explora um fenômeno cuja aparência remonta a túneis de paredes constituídas por matéria exótica, onde é possível ver efeitos ópticos de distorção da luz de estrelas e galáxias distantes dali, ou seja, as lentes gravitacionais (figura 37). Esta imagem guarda similaridades para com a *Stargate Sequence* (figura 34), da obra de Stanley Kubrick, bem como com a ilustração de *Les Bossinas* (figura 24). Entretanto, é possível afirmar que há certo diálogo com a representação que este mesmo fenômeno adquire em outra obra do cinema que é considerada uma das mais relevantes já feitas: *Contato*, filme de 1997, dirigido por Robert Zemeckis e baseado na obra homônima do grande físico Carl Sagan.



Figura 38. Fotograma do filme Contato. Robert Zemeckis. 1997.

Ao longo do deslocamento da protagonista pelo buraco de minhoca, é possível verificar que há a utilização do rápido deslocamento de fontes luminosas em sua direção como um recurso visual similar àquele visto em *2001*. No entanto, no caso do filme de Robert Zemeckis, a passagem possui paredes com delimitação mais aparente e compostas por motivos abstratos que podem remeter, mais uma vez, às ondas radioativas que se estima serem emitidas pelo fenômeno, além de sua provável composição por matéria exótica.

Em todas as obras vistas anteriormente, é possível reafirmar a importância que buracos negros e Pontes de Einstein-Rosen adquiriram no imaginário coletivo. É possível dizer que isso se dá pelo mistério que cercam os fenômenos, alimentado pelas descobertas que, gradativamente, são divulgadas. Contudo, também é possível afirmar que a capacidade de representação visual desses fenômenos tenha facilitado sua disseminação na cultura pop. Isso porque, apesar de uma imagem oficial somente ter sido divulgada em 2019, a descrição dada aos buracos negros e de minhoca deu a artistas a chance de torná-los um item de apreciação visual. No entanto, o mesmo não ocorre com conceitos como os da matéria e energia escuras. A complexidade de descrição destas teorias reflete-se diretamente em uma dificuldade de criar, em uma obra de arte, uma presença que se faça ser vista. Por isso, é possível intuir que a energia escura, como propriedade do cosmos, pode estar em qualquer representação já feita, enquanto a matéria escura, como algo invisível, se faz presente em tudo aquilo que não é mostrado, mas não é possível afirmar, categoricamente, que há qualquer elemento que evoque sua presença nestas obras.



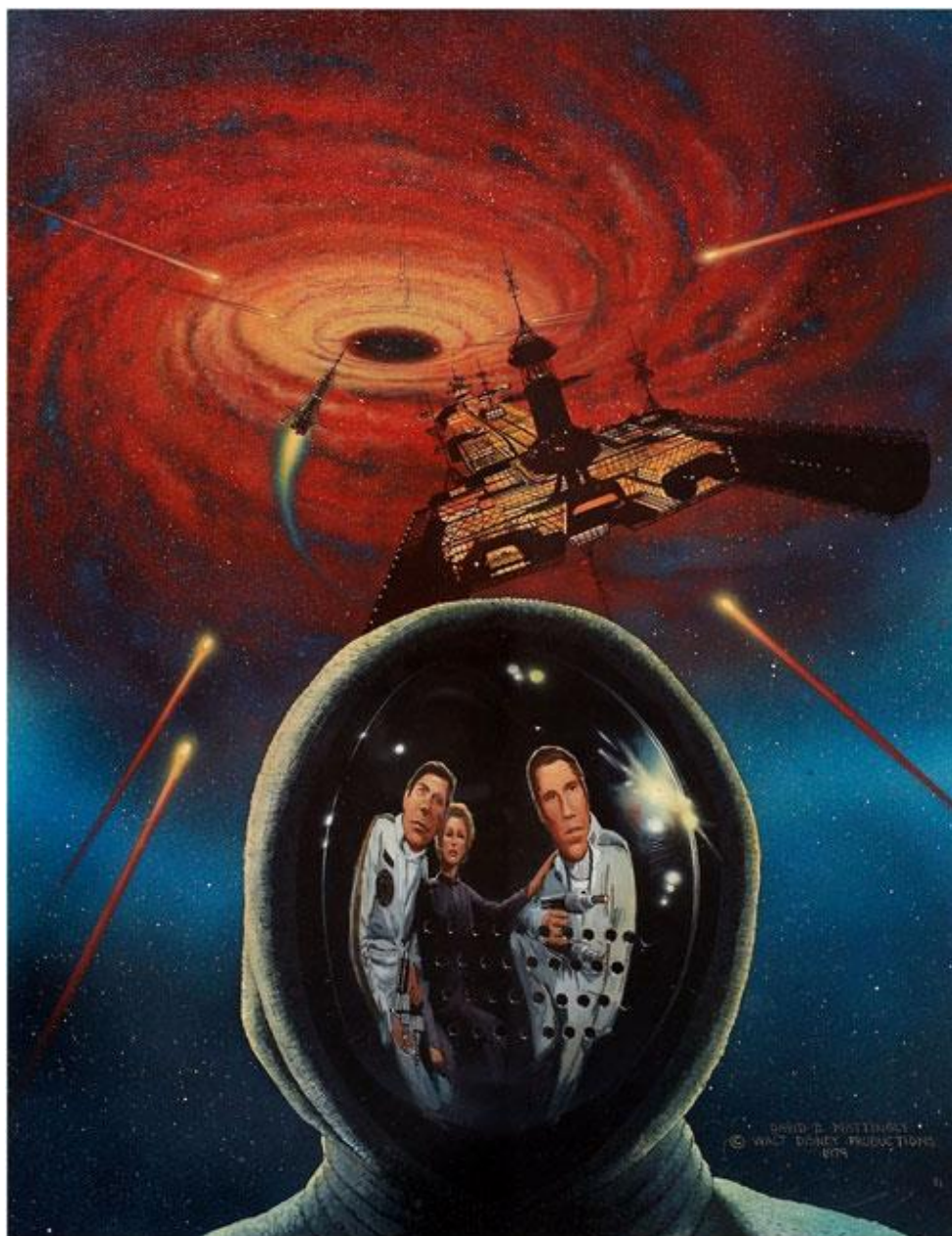


Figura 39. David Mattingly. Arte promocional para o filme *O Buraco Negro* (1979). 1979. Fonte: <http://space1970.blogspot.com/2011/03/black-hole-1979-promotional-art.html> Acesso em: 13/01/2023.

Obras encomendadas para a divulgação de películas também podem guardar dados relevantes para a leitura do gênero da ficção científica e, neste caso, mais uma vez o primeiro retrato de um buraco negro na cultura pop se mostra profundamente relevante. Na figura 39, se vê um trabalho feito por David Mattingly, ilustrador de *Space Art* e *Fantasia*, sob encomenda dos estúdios Disney para divulgação do filme *O Buraco Negro*. Ao passo que o próprio buraco negro ocupa uma posição de destaque no pôster, indicando sua relevância para o andamento da trama, juntamente com as duas naves onde a história toma curso, o primeiro plano é ocupado por uma figura anônima, um astronauta, cujo capacete reflete a imagens dos três heróis



protagonistas. Ao ocupar o centro da imagem, o astronauta atribui às três pessoas a relevância que possuem para a história, comunicando ao público que é o desenvolvimento delas que deverá ser acompanhado no filme.

Este pôster, além de estabelecer diálogos com a obra de Chesley Bonestell (figuras 20 e 21), seja pelo estilo ou tratamento da imagem, seja pelo simples fato de ter sido Bonestell o pioneiro deste gênero de produção artística contemporânea, também parece ressoar em obras posteriores, caso que pode ser conferido na figura 40.

Realizado por Courtney Autumn Martin, uma artista e ilustradora digital independente, o pôster alternativo para o filme *Contato* (1997) somente foi divulgado em 2017 pela própria autora. Embora atue como artista comissionada para estúdios de cinema, incluindo os estúdios Disney, a maior parte de seu trabalho é feita seguindo demanda pessoal. Na ilustração, pode ser visto um intenso diálogo com a obra de Mattingly (figura 39). Embora ambos os ilustradores possuam estilos de diferenças muito bem marcadas, no trabalho de C.A. Martin, realizado 38 anos após a divulgação da ilustração para o filme *O Buraco Negro*, a protagonista do filme também é a figura centralizada na imagem e, logo acima de sua cabeça, ao fundo, podem ser vistos outros elementos fundamentais da trama, com destaque para o fenômeno pelo qual a protagonista viaja através do espaço-tempo, a Ponte de Einstein-Rosen ou buraco de minhoca.

Embora seja possível explorar teorias como o entrelaçamento quântico ou a matéria escura em filmes, pinturas, ilustrações ou instalações, esses foram temas pouco explorados ao longo dos anos, ainda que sejam diretamente atrelados às teorias que buscam entender buracos negros ou buracos de minhoca. Possivelmente, a dificuldade de representação desses conceitos represente um certo impedimento neste sentido, mas à medida em que a física quântica vem se tornando cada vez mais popular no século XXI, as tendências da ficção científica também aparentam estar galgando um caminho paralelo a isso.



Figura 40. C.A. Martin. Recriação de imagem promocional para o filme *Contato* (1997). 2017. Fonte: <https://www.camartinart.com/contactposter> Acesso em: 16/01/2023.

## 4º Capítulo – Fenômenos não observados: as representações na série *Dark*

### 4.1. O enredo de *Dark*

Como visto no capítulo anterior, a ficção científica acabou por se tornar um campo de grande exploração visual de conceitos e teorias da física, atribuindo-lhes sentido por meio da utilização de elementos e motivos já conhecidos na história da arte ou mesmo na vida cotidiana. Muitas vezes, diferentes fenômenos cósmicos são tratados como uma só coisa ou como partes distintas de um todo, mas a importância e inovação na representação de fenômenos nunca observados são características latentes no gênero.

Uma das obras mais proeminentes da ficção científica recente é a série alemã *Dark* (2017-2020), criada por Jantje Friese e Baran Bo Odar, e produzida e distribuída pela plataforma global de *streaming* Netflix entre os anos de 2017 e 2020. Dividida em três temporadas, a série narra misteriosos acontecimentos que se desenrolam a partir do desaparecimento de crianças, ocorridos no ano de 2019, e que remete a acontecimentos idênticos ocorridos no intervalo de 33 anos, em 1986 e em 1953. Apesar de centrada em quatro famílias – Kahnwald, Nielsen, Tiedemann e Doppler – a personagem que mais atua para o andamento da trama é Jonas Kahnwald.

Ao longo dos episódios, é descoberto um buraco de minhoca localizado nas cavernas da cidade fictícia de Winden que conecta diferentes momentos no tempo daquele local. Por meio desse buraco de minhoca, os membros destas quatro famílias vão, um a um, viajando através do tempo e descobrindo os mistérios que circundam a cidade, enquanto um evento apocalíptico está prestes a ocorrer. Se entende, também, que os desaparecimentos de crianças são culpa de uma organização que objetiva o completo controle das viagens temporais e utiliza estas crianças em seus experimentos. Após desastres paradoxais, é também descoberta a existência de um universo paralelo imediatamente oposto àquele que foi acompanhado até então, no qual a personagem principal é Martha Nielsen.

Diante de tantas dobras e ligações que aqueles universos possuem entre si, se entende que os eventos ocorridos até aquele momento são repetições cíclicas fadadas a acontecer infinitas outras vezes e, por isso, Jonas e Martha trabalham para encontrar uma saída deste ciclo. Durante a trama, os viajantes visitam uma relojoaria administrada por H. G. Tannhaus, físico e autor de um livro que discute viagens no tempo que serve como referência literária para as demais personagens. Assim, Jonas e Martha descobrem a existência de um terceiro universo,

um universo de origem, que seria o local onde Tannhaus, movido pelo desespero de perder seu filho, nora e neta, ao tentar criar uma maneira de voltar no tempo e evitar a perda, acaba gerando dois universos paralelos. Por fim, os protagonistas entendem que somente evitando a morte dos familiares de Tannhaus no universo de origem é que poderão romper o ciclo de sofrimento dos universos paralelos de Winden, já que, sem a morte, eles jamais seriam criados.

A maior força de *Dark* é tratar de temas que são caros tanto à ciência quanto à arte e à filosofia. Por isso, fomentou discussões a respeito de seu impacto cultural no Ocidente dentro de um contexto de crescente interesse por temas religiosos de contraposição à tradição cristã<sup>30</sup>, bem como sobre o conceito de tempo abordado pela obra em face das contribuições do mundo Clássico e do Romantismo alemão para o problema do tempo<sup>31</sup>. Em mídias sociais, temas como Determinismo e Livre-Arbitrio<sup>32</sup>, o Eterno Retorno<sup>33</sup> e, como não poderia deixar de ser, a confiabilidade das teorias físicas abordadas da série<sup>34</sup> foram centro de reflexões e acalorados debates.

Tantos debates, teorias, observações e reflexões são fomentados pela riqueza e profundidade do trabalho de Jantje Friese e Baran Bo Odar, que não se furtam de utilizar camadas de simbolismo explícito sobrepostas a diálogos, enquadramentos ou trilhas sonoras que acrescentam incontáveis detalhes ao funcionamento de sua trama. Tamanha riqueza de informações dadas pela série é o combustível para que a relevância cultural de *Dark* seja mantida e, possivelmente, perdure por muitos anos após seu fim.

---

<sup>30</sup> BOUWHUIS, T. Time Travelers from (the) Dark: the entanglement of the scientific and the occult in a Netflix series. Disponível em: <https://timbouwhuis.nl/time-travelers-from-the-dark-the-entanglement-of-the-scientific-and-the-occult-in-a-netflix-series-paper/> Acesso em: 30/01/2023.

<sup>31</sup> PALADINES PAREDES, L.V. El eterno retorno: análisis de la concepción temporal en la serie Netflix. Disponível em: <https://www.scielo.org.mx/pdf/prts/v9n16/2007-3607-prts-9-16-3.pdf> Acesso em: 31/01/2023.

<sup>32</sup> LUIZ CLAUDIO. Reflexão sobre Dark: Entre o Determinismo e o Livre-Arbitrio. Disponível em: <https://naudosloucos.com.br/reflexao-sobre-dark-entre-o-determinismo-e-o-livre-arbitrio/> Acesso em: 18/12/2022.

<sup>33</sup> TONINI, I. Desvendando “Dark”: A Filosofia por Trás da Série. Disponível em: <https://bitly.com/6VpKy> Acesso em: 31/01/2023.

<sup>34</sup> UAI FÍSICA. A Física da série Dark. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HC0WRLJkztM> Acesso em: 23/01/2023.

## 4.2. As representações de fenômenos cosmológicos em *Dark*

Como dito, no decorrer da trama de *Dark*, é descoberta a existência de um buraco de minhoca localizado nas cavernas da cidade. A caverna é uma das mais presentes figuras da série, constituindo parte de uma imagética que guia a audiência por conceitos de física antes que eles sejam explicados pelo roteiro. Assim, a entrada da caverna se torna um símbolo, como uma entrada de um buraco de minhoca, ou um buraco negro, nomenclatura utilizada na série. Cabe ressaltar, mais uma vez, que esses dois conceitos comumente se misturam na ficção científica, apesar de serem dois fenômenos distintos na física. Como é possível ver nas figuras 41 e 42, a construção do buraco negro da série aproxima-o da audiência ao torná-lo algo comum, familiar e acessível. É importante notar a forma arredondada da entrada da caverna e o contraste das paredes externas, iluminadas e visíveis, com a escuridão de seu interior, seu núcleo – uma alusão às imagens recorrentes de buracos negros (figuras 10, 11, 28 e 29).



Figura 41. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. Entrada da caverna de Winden, representando um buraco negro. 2017.





Figura 42. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. O personagem Jonas olha para dentro da caverna. 2017.

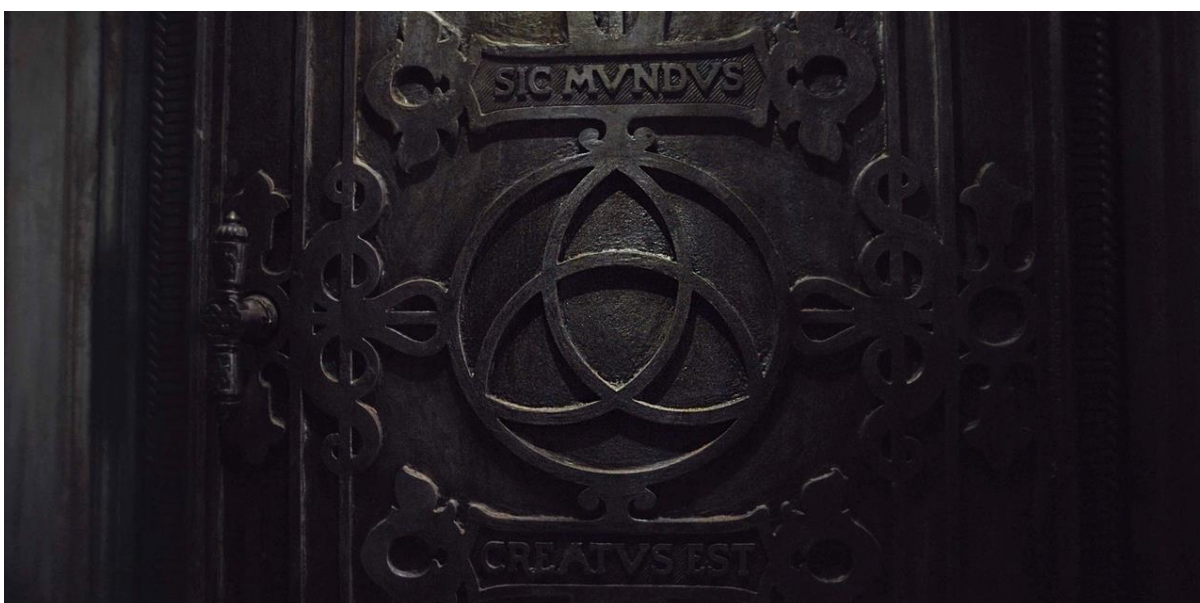


Figura 43. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. Porta de metal encontrada nas entradas e saídas do buraco de minhoca. 2017.

Uma vez dentro das cavernas, os personagens viajantes caminham até que seja encontrada uma porta de metal onde se lê, em latim, a inscrição *Sic Mundus Creatus Est* (Assim foi criado o mundo, em tradução literal). Este é o nome de uma organização secreta que objetiva exercer pleno controle sobre as viagens temporais, sendo responsável pelos desaparecimentos de crianças que iniciam a narrativa. Além disso, estão esculpidos na porta alguns motivos abstratos e, em seu centro, uma triquetra, um símbolo de origem celta que, na série, guarda relação simbólica com a existência de diferentes realidades que se entrecruzam. A repetida

utilização deste símbolo está associada à grande virada da trama, quando os personagens descobrem que vivem em dois universos paralelos oriundos de um primeiro universo de origem. É necessário ressaltar que as portas encontradas no interior da caverna indicam as entradas e saídas da própria anomalia temporal, ou seja, a Ponte de Einstein-Rosen, ao passo em que a entrada da caverna é uma representação visual de um buraco negro.



Figura 44. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. Os túneis que ligam as entradas e saídas do buraco de minhoca localizado na caverna. 2017.



Figura 45. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. O personagem Jonas (mais velho) atravessa uma das portas. 2017.

Após passar pela porta, os personagens encontram longos e escuros túneis que os levam até outra porta e, por consequência, até outra época. Os túneis aqui vistos são alusões diretas à anatomia de uma Ponte de Einstein-Rosen, mas, além disso, guardam semelhanças com as demais representações que este fenômeno possui na ficção científica. A sensação de movimento rápido que obras como *2001: Uma Odisseia no Espaço* (figura 34) ou *Contato* (figura 38) atribuem à viagem pelo espaço-tempo, é representado, como visto na figura 45, pelo vento. Ao abrir uma das portas, os personagens causam o deslocamento de uma massa de ar de origem desconhecida, ou seja, em vez de o personagem deslocar-se rapidamente através de alguma coisa, como nas obras citadas, nesta série é alguma coisa que se desloca rapidamente na direção do personagem. É possível também verificar nos túneis as texturas das paredes de pedra de uma passagem aberta manualmente, as quais se assemelham às texturas vistas nas paredes dos túneis de *Contato*, ou mesmo nas paredes da ilustração digital de Rost9 (figura 25). A escuridão do buraco de minhoca de *Dark*, em contraste com as diferentes luzes que tomam conta das outras representações, parece partir de um propósito similar à escuridão de representações do cosmos – a infinitude cósmica e seus mistérios –, mas fomenta na audiência o medo do desconhecido.

Entretanto, a série nunca utiliza apenas uma única representação para um determinado fenômeno. As viagens temporais, sendo a principal atividade motora da trama, possuem necessidade de maior amplitude em sua representação, de modo que sua existência não seja limitada a uma localidade. Este é um desafio interessante imposto pela maneira escolhida para atribuir forma aos buracos negros e buracos de minhoca: enquanto estes fenômenos se localizam fora da Terra em outras obras e um número limitado de personagens têm acesso a eles, em *Dark*, ao se criar uma localidade alcançável que permite que mais pessoas interajam com o objeto, foi necessário tornar o fenômeno alcançável a partir de outros pontos da cidade fictícia para impedir que travas sejam colocadas no andamento da trama.



Figura 46. Fotograma da segunda temporada de *Dark*. As personagens Elisabeth e Charlotte vêem uma à outra através de uma anomalia gerada por radioatividade. 2019.

Neste sentido, após um desastre nuclear, a anomalia temporal se manifesta em outros locais, como na usina nuclear da cidade. A figura 46 mostra uma espécie de portal que se abre em dois diferentes pontos no tempo deste mesmo local, a usina. Vestida em um macacão amarelo de proteção contra radioatividade, Charlotte Doppler, em 2020, olha para sua filha Elisabeth Doppler, que vive em 2053. O macacão usado pela personagem ao centro, apesar de possuir uma função específica, muito se aproxima de um traje espacial, equiparando Charlotte a um astronauta, como aqueles presentes nas ilustrações de Dmytro Dimonika e Lia Halloran (figuras 28 e 29), ou em obras como *O Buraco Negro* (figura 39). A forma arredondada do portal, com limites constituídos por algo que remete a fótons, as partículas constituintes da luz, aparenta estabelecer diálogo com as imagens já conhecidas de buracos negros. As representações de uma usina nuclear e trajes protetivos também parecem fazer referência à intensa radioatividade que se manifesta no interior de um buraco negro. Na série, é estabelecido que o Césio 137 é o elemento radioativo que serve como combustível para as viagens através do tempo, além de ser a usina nuclear a responsável pelo vazamento do elemento e, portanto, pelas anomalias temporais.



Figura 47. Fotograma da segunda temporada de *Dark*. A igreja que serve como sede para a organização *Sic Mundus Creatus Est* também é uma das portas para o buraco de minhoca. 2019.

Finalmente, outra localidade que referencia a entrada e saída do buraco de minhoca é uma igreja, construída para ocultar a sede da organização secreta que busca controlar as viagens no tempo, a *Sic Mundus Creatus Est*. Esta representação de uma das localidades de onde a anomalia temporal pode ser acessada estabelece um curioso diálogo com o que mostra o filme *O Buraco Negro* (1979). Como visto nas figuras 30 e 31, para aproximar o interior de um buraco negro a uma compreensão do público, a imagética religiosa se faz altamente presente enquanto as personagens se deslocam por seu interior, como também é o caso exemplificado pela figura 32, do filme *O Enigma do Horizonte* (1997). Da mesma forma, na igreja, vista na figura 47, os criadores da série buscam representar uma das passagens possíveis, atrelando, novamente, uma imagética religiosa conhecida a um fenômeno cósmico do qual nada se sabe. A igreja sede da organização *Sic Mundus* é como o portão pelo qual se passa para alcançar o buraco de minhoca, sendo ao mesmo tempo símbolo do fenômeno cosmológico e adorno da entrada da anomalia.

Para explorar ao máximo as possibilidades de seu universo fictício, Jantje Friese e Baran Bo Odar não se furtaram de abordar outros fenômenos não observados e de representá-los visualmente, mesmo quando dificuldades se impuseram sobre algum tema. O entrelaçamento quântico, por exemplo, é um fenômeno cuja observação, embora tenha sido feita em escala microscópica, não pode ser feita diretamente, a olho nu. Como se construiria, portanto, a representação de partículas imediatamente ligadas entre si no universo de *Dark*? Uma possibilidade demora a se apresentar por completo, mas parece surtir efeito na comunicação do fenômeno.





Figura 48. À esquerda, Jonas se levanta após um pesadelo durante a primeira temporada (2017). À direita, Martha se levanta após um pesadelo durante a terceira temporada (2020). Fonte: <https://youtu.be/9yA8EZQyhS0>  
Acesso em: 23/01/2023



Figura 49. À esquerda, Jonas anda de bicicleta em uma rua próxima à usina nuclear durante a primeira temporada (2017). À direita, Martha faz exatamente o mesmo durante a terceira temporada (2020). Fonte: <https://youtu.be/9yA8EZQyhS0> Acesso em: 23/01/2023

Durante a primeira temporada, enquanto apenas Jonas é acompanhado em sua jornada, a audiência assiste parte de sua rotina quando o vê levantar-se da cama após um pesadelo. É somente após a introdução da existência de um universo oposto àquele, onde Martha é a personagem principal, que pode ser vista a aplicação do conceito de entrelaçamento quântico acontecer, pois a personagem também se levanta após um pesadelo, fazendo

movimentos perfeitamente sincronizados àqueles feitos por Jonas tanto episódios antes. Cabe dizer que, apesar do tempo decorrido entre temporadas, ambas as ações ocorrem simultaneamente dentro da narrativa, ou seja, é mostrado à audiência que, tudo aquilo que é infligido sobre um deles, afeta o outro instantaneamente. A abordagem feita pelos criadores da série, apesar de se fazer sentir durante o andamento da história, somente foi demonstrada quando foram colocados os quadros das cenas lado a lado, como visto nas figuras 48 e 49.



Figura 50. Fotograma da terceira temporada de *Dark*. O físico Tannhaus explica o experimento mental do gato de Schrödinger. 2020.

Em um determinado ponto da narrativa, o protagonista, Jonas, tem sua vida tirada enquanto visita o universo imediatamente oposto ao seu. Entretanto, em seu universo de nascimento, sua vida nunca é ceifada e, para explicar ao público o que está prestes a acontecer, é introduzida uma curta cena em que o grande físico da série, Tannhaus, explica o experimento mental do gato de Schrödinger em seu programa de televisão, uma clara homenagem ao trabalho de Carl Sagan em seu programa *Cosmos* (1980). É necessário ressaltar que a explicação oferecida pela série é uma interpretação do que Schrödinger originalmente propôs que visa tornar compreensível ao público a ideia de que Jonas está vivo e morto ao mesmo tempo, ainda que em duas realidades diferentes. Esta explicação, entretanto, também serve como referência para que o público compreenda o que seria o entrelaçamento quântico mostrado em tela (figuras 48 e 49), visto que torna acessível a ideia de que as ações impostas sobre um corpo produzem resultado sobre outro.

É importante destacar que grande parte do desafio mental para compreender os acontecimentos da série se dá pelo estilo de viagem no tempo que a narrativa aborda: as viagens temporais fechadas. Na ficção científica, este conceito define viagens que constituem parte da

estrutura do universo retratado e, portanto, não há ação que possa alterar o futuro ou o passado, já que todas as ações que serão ou foram tomadas, uma vez que são parte da própria estrutura universal, possuem consequências já conhecidas. Na física, este tipo de viagem no tempo foi parte da teoria do Universo de Gödel, desconsiderada por muitos cientistas e que aborda as curvas tipo-tempo fechadas, como visto no primeiro capítulo. As CTCs, como são chamadas, permitiriam a alguém que está dentro do cone de luz passar pelo mesmo ponto do universo repetidas vezes. Por meio desta leitura, é possível afirmar que os dois universos apresentados em *Dark* são os cones de luz que passam pelo mesmo ponto várias vezes, enquanto o ponto pelo qual o ciclo se inicia e se encerra seria o universo de origem.



Figura 51. Fotografia da terceira temporada de *Dark*. O Desconhecido. 2020.

Representar visualmente uma CTC é uma das mais desafiadoras propostas da obra, especialmente ao considerarmos que as soluções de campo propostas por Gödel são pouco difundidas pelo meio científico. *Dark* cumpre este desafio ao tornar uma pessoa a imagem das curvas tipo-tempo fechadas nas quais existem seus dois universos. A personagem em questão é apresentada sem nome e referenciada apenas como O Desconhecido (figura 51), e se desloca através do tempo e do espaço, permeando todas as épocas de ambas as realidades, acompanhado de si mesmo em diferentes períodos da própria existência. A personagem é concebida por Jonas e Martha, ou seja, é uma espécie de cruzamento entre os dois universos. Além disso, ele controla seus próprios passos, ao certificar-se de estar sempre acompanhado de si mesmo em diferentes idades, a fim de garantir a repetição eterna de seu ciclo individual e dos ciclos dos universos aos quais pertence. Em outras palavras, a simples existência do Desconhecido como o agente,

que garante a repetição dos ciclos temporais, e como alguém que sofre a ação, ao ter sua própria vida repetida dentro dos ciclos temporais, o torna, simultaneamente, a representação do que seria uma curva tipo-tempo fechada e das consequências aplicadas à realidade que nelas existem.



Figura 52. Fotograma da segunda temporada de *Dark*. Uma máquina construída por Jonas tenta controlar uma estranha substância negra e disforme. 2019.

O Césio 137 que ocasiona o surgimento do buraco de minhoca é responsável pela constituição de uma estranha substância negra, disforme e emissora de descargas elétricas, que parece flutuar no ar (figura 52). Esse é um caso particularmente interessante dentre as representações que a série faz de fenômenos não observados, pois é este o objeto ao qual os personagens se referem como matéria escura. Há outras nomenclaturas utilizadas para referir-se ao fenômeno representado – Partícula de Deus ou Portal – mas chamá-lo de matéria escura não necessariamente o torna uma representação visual da teoria que é propriamente divulgada pela ciência. Mesmo assim, a aparência que o estranho material possui parece fazer sentido, de modo que a consistência das viagens temporais se dá a partir de sua estabilização.

Após numerosas descargas elétricas, aquilo que é chamado de matéria escura se estabiliza na forma de uma esfera e colapsa, levando aos dois universos da série um evento destrutivo de escalas apocalípticas. A partir deste ponto, o que os personagens chamam de matéria escura ganha forma e função, permitindo a abertura de passagens similares àquela vista na figura 46, seja por meio da própria usina nuclear, seja por meio da igreja (figura 47), ou, ainda, com auxílio de uma máquina portátil alimentada pelo mesmo isótopo que impulsiona a anomalia temporal, como se vê na figura 53.





Figura 53. Fotograma da segunda temporada de *Dark*. Uma máquina do tempo produz uma versão estável da matéria escura. 2019.

Por outro lado, é possível afirmar que houve, em determinado ponto da narrativa, uma representação visual da matéria negra que melhor se alinhou à teoria oficial. Trata-se de um dos momentos finais da obra, quando os personagens Jonas e Martha descobrem a existência de um universo de origem e decidem intervir localmente para que seja cessado o infinito ciclo de existência de seus universos paralelos.



Figura 54. Fotograma da terceira temporada de *Dark*. Jonas e Martha encontram a passagem para o universo de origem. 2020.



O que é retratado na figura 54 não representa um local ou um tempo. É a primeira vez que um fenômeno cósmico é representado de maneira a se desprender de referências concretas da vida mundana. Cada um dos pontos luminosos se movimenta horizontalmente em uma linha reta, mas alguns parecem ir da direita para a esquerda, enquanto outros vão na direção contrária. Uma vez que este se trata de um intermediário entre os universos paralelos de Jonas e Martha e o universo de origem, é possível afirmar que esta é uma nova passagem, também muito similar a um buraco de minhoca, mas que, desta vez, guarda mais semelhanças com representações como as de Les Bossinas (figura 24), ou mesmo com a representação do hiperespaço de *Star Wars* (figura 26).



Figura 55. Fotograma da terceira temporada de *Dark*. A passagem para o universo de origem. 2020.

Em outro momento da mesma cena, é possível ver que há, de fato, um túnel pelo qual os protagonistas devem se deslocar para alcançar o local de seu objetivo. Além dos elementos citados, algo que muito se destaca nesta representação é a possibilidade de percepção da matéria escura. Noções de tempo ou espaço são retirados do público e o estranho movimento dos pontos luminosos, que podem ser associados a fótons ou, simplesmente, à matéria, pode ser justificado exatamente pela presença de algo que não interage com o que se vê por nenhum outro meio além da gravidade. É possível ver a ação da gravidade nas direções para as quais estes pontos se deslocam, embora o comportamento retratado seja puramente fictício.



Figura 56. Fotograma da abertura da primeira temporada de *Dark*. A imagem é espelhada uma vez, criando duas projeções. 2017.



Figura 57. Fotograma da abertura da segunda temporada de *Dark*. A imagem é espelhada duas vezes, criando quatro projeções. 2019.

A multiplicidade de mundos e tempos em existências paralelas na série não se vê somente representada por elementos inerentes à narrativa, mas também em sua abertura. Ao espelhar imagens de cenas retiradas dos próprios episódios, a abertura, que sofre modificações em cada uma das temporadas, consegue transmitir suas mais centrais ideias de construção de mundo: ações entrelaçadas através do espaço-tempo, o movimento cíclico do tempo e o paralelismo entre dois universos inteiros. O número de espelhamentos promovidos nas imagens aumenta conforme a abertura avança, representando as ligações que são geradas a partir de

outras ligações estabelecidas entre os dois universos em seus vários recortes temporais. As projeções geradas a partir dos espelhamentos formam imagens por vezes incompreensíveis, mas também geram interessantes combinações, como duas saídas para o buraco de minhoca (figura 56), uma espécie de vigilância de Jonas sobre Martha associada à catástrofe nuclear que ocasiona a anomalia temporal (figura 57), ou mesmo uma referência mais direta à inversão imediata de um universo em relação ao outro (figura 58), quando o nome da série aparece com algumas letras invertidas na abertura da terceira temporada, na qual o público é apresentado à constituição física do segundo universo de Winden.



Figura 58. Fotograma da abertura da terceira temporada de *Dark*. As letras D e R aparecem invertidas.

### 4.3. Símbolos complementares

Além de todas as imagens criadas para dar forma aos próprios fenômenos, há na série um largo uso de outros ícones e símbolos que acrescentam dados à trama sem necessariamente dar forma a algum fenômeno cosmológico. São detalhes de obras de arte, esquemas geométricos ou mesmo diálogos e ações das personagens que dão à audiência uma chance de compreensão do desenrolar dos fatos, enriquecendo, inclusive, os aspectos científicos da trama.

Para a construção do que será chamado de símbolos complementares, os criadores da série parecem utilizar-se principalmente de duas categorias de simbolismo: a primeira e mais difundida é a exploração de símbolos polissêmicos, obras de arte e imagética científica que, no contexto da obra, podem adquirir novos significados ou ter apenas um de seus sentidos aplicados; a segunda e mais sutil, utilizada também em outras obras audiovisuais, tem origem

na pintura: é aquilo que H. W. Janson chama de “simbolismo dissimulado”<sup>35</sup>, ou seja, a presença de simbolismo em objetos cotidianos.

O modo como a série se utiliza constantemente de uma complementação simbólica é explicado, de forma metalinguística, pela própria trama. Durante uma aula, provavelmente sobre *As Afinidades Eletivas* (1809), de Goethe, o professor diz:

“Esta obra possui uma teia de símbolos e referências. Os ‘plátanos no mar’ são um exemplo desses símbolos. Goethe busca, por meio da repetição, a duplicidade. [...] A simetria é uma forma específica dessa duplicidade. A repetição de espelha por meio de um eixo central. Então, ela sai de um centro imaginário e se divide em duas direções opostas. Há várias referências disfarçadas no livro sobre eventos posteriores. Por exemplo, a morte de Otilia por fome é tratada no terceiro capítulo da primeira parte com sua ‘grande aversão a comer e beber’. Esta referência se repete mais tarde.”  
(Dark, S01E04, 9m44s)

Ao longo das temporadas de *Dark*, são apresentadas ao público inúmeras imagens, por vezes em frames, por vezes em sequências inteiras, que têm como principal objetivo comunicar a intenção ou o destino da obra. Neste sentido, a série se apropria de imagens externas à sua própria trama, mas que podem imbuí-la de mais profundas camadas de significado por meio do sentido que já possuem ou, em outros casos, que podem acabar adquirindo um novo significado atribuído pelo contexto da narrativa.

É este o caso visto na figura 59, que apresenta a reprodução do detalhe de um painel renascentista do início do século XVI atribuído ao muralista conhecido como Maestro di Tavarnelle, que retrata a lenda Teseu.<sup>36</sup> O detalhe em questão dá destaque a Ariadne, filha do rei de Creta, sentada próxima à saída do labirinto, onde segura entre os dedos o fio que entrega a Teseu. Na série, a imagem em questão aparece em um painel montado por Jonas mais velho, vindo do futuro, como uma espécie de coleta de referências para a montagem de uma compreensão acerca do misterioso fenômeno que acontece na cidade.

---

<sup>35</sup> JANSON, H. W. *História Geral da Arte: Renascimento e Barroco*. São Paulo: Martins Fontes. p. 547.

<sup>36</sup> Teseu teria sido um herói ateniense que conseguiu conquistar e unificar cidades da Ática sob a autoridade de Atenas. Filho do rei Egeu, teria combatido forças irracionais, como o Minotauro do labirinto de Creta, mas não sem a ajuda de Ariadne, filha do rei de Creta que, apaixonada pelo herói, entrega-lhe um novelo de fio para ajudá-lo a encontrar a saída do labirinto. Com ingratidão, Teseu a abandona e retorna a Atenas para tornar-se o rei. (NATIONAL GEOGRAPHIC. A lenda de Teseu, o herói de Atenas. Disponível em: <https://bitly.com/LIPI9> Acesso em: 31/01/2023.)



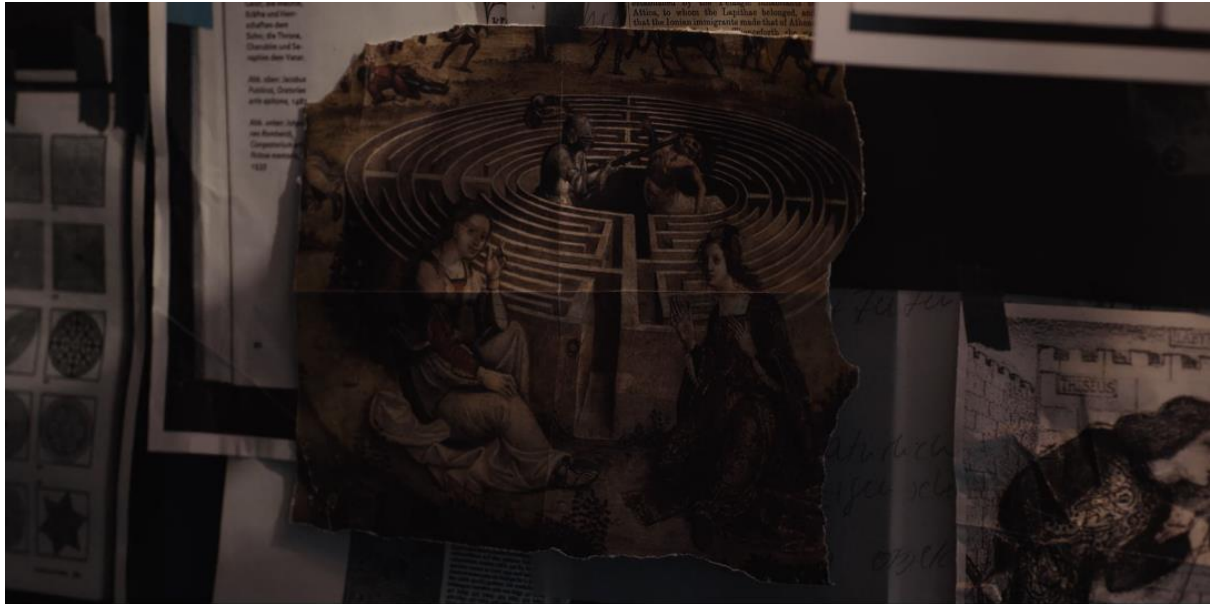


Figura 59. Fotografia da primeira temporada de *Dark*. Detalhe do painel Thésée et le Minotaure, atribuído a Maestro di Tavarnelle (séc. XVI). 2017.



Figura 60. Thésée et le Minotaure. Atribuído ao Maestro di Tavarnelle (séc. XVI). Fonte:

<https://collections.louvre.fr/en/ark:/53355/cl010053193> Acesso: 23/01/2023.

A figura de Ariadne é referenciada em outros momentos da trama, como em uma peça escolar estrelada por Martha Nielsen – aquela que existe no universo protagonizado por Jonas Kahnwald –, na qual ela é a personagem título da montagem da peça do dramaturgo francês Thomas Corneille (1625-1709).





Figura 61. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. Martha segura um novelo de fio enquanto atua como Ariadne em peça escolar. 2017.



Figura 62. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. Jonas encontra um fio no interior da caverna de Widen que o leva até o buraco de minhoca. 2017.

A sequência em questão intercala cenas de Jonas, no interior da caverna, encontrando um fio de cor vermelha que o leva até o buraco de minhoca, com as cenas da peça escolar estrelada por Martha (figuras 61 e 62). Assim, se estabelece não somente o teor mítico da caverna, que assume também o sentido de algo que guarda um grande perigo em seu centro, mas também a conexão entre Martha e Jonas. Mais adiante na série, se entende que esta conexão transcende, além do tempo, o espaço, ao ser apresentada a existência de uma outra versão de Martha, protagonista do universo paralelo. É também possível inferir, a partir desta cena, a

importância de Martha para encontrar uma resolução para o ciclo de sofrimento ao qual Winden está condenada, uma vez que é ela a Ariadne quem ajuda Jonas, o herói de Winden, a encontrar a saída deste labirinto. O labirinto também é utilizado como símbolo religioso, estando presente no piso da Catedral de Chartres, construída entre os anos de 1194 e 1221. Foi próximo ao fim do período de construção que foi colocado, no interior da nave, o labirinto de Chartres, em algum momento entre 1215 e 1221<sup>37</sup>. A figura 63 exhibe, na lateral esquerda, a imagem de um labirinto associada a outras imagens, inclusive a de um fenômeno físico.



Figura 63. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. Um esquema feito à mão de uma Ponte de Einstein-Rosen. 2017.

A Ponte de Einstein-Rosen vista na figura 63 configura um outro caso de destaque no uso de ilustrações esquemáticas de teorias. Junto a outras imagens, esta compõe o painel que Jonas mais velho organiza. Este é um interessante caso de imagens se comunicando com o público antes que as personagens o façam, pois este esquema é mostrado em tela quando apenas a ideia da viagem no tempo está consolidada na série, ao passo que o mecanismo que a possibilita ainda não é explicado. Após este momento, no entanto, o buraco de minhoca passa a ser abertamente discutido por algumas das personagens, especialmente em interações com Tannhaus.

Como se sabe, é Tannhaus o responsável pela autoria de um livro que se torna a principal referência bibliográfica à qual as personagens recorrem. O objeto em si poderia ser

<sup>37</sup> LOYOLA UNIVERSITY CHICAGO. Labyrinth of Chartres: Medieval Studies. Disponível em: <https://www.luc.edu/medieval/labyrinths/chartres.shtm> Acesso em: 31/01/2023.

visto como uma representação do Paradoxo de Bootstrap<sup>38</sup>, já que uma personagem o entrega a Tannhaus antes que ele tenha tido a chance de escrevê-lo. É o símbolo mostrado na capa deste livro, no entanto, que pode denunciar este detalhe antes que a ação ocorra na narrativa.



Figura 64. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. O livro *Uma Jornada Através no Tempo* exibe o Triângulo de Penrose em sua capa. 2017.

O triângulo de Penrose é uma ilusão de ótica originalmente concebida pelo artista Oscar Reutersvärd, em 1934, mas redescoberta e publicada no artigo *Objetos Impossíveis* de Lionel e Roger Penrose, pai e filho<sup>39</sup>. Trata-se de um objeto que pode ser representado em superfícies de duas dimensões com o uso de perspectiva, mas que não pode existir no mundo real, em três dimensões. Na série, este símbolo pode estar associado aos desafios impostos pelo paradoxo de Bootstrap aplicado à existência do livro, que parece ter sido criado quando, na realidade, nunca foi. De uma forma mais ampla, é possível também estabelecer uma relação entre o símbolo e um aspecto da natureza deste universo: o tempo cíclico, a repetição.

Vista anteriormente, na figura 43, a triquetra também é um símbolo de uso recorrente que adquire novo significado ao atar em coexistência e codependência os três universos. Entretanto, é importante destacar a incorporação deste símbolo a um outro já existente: a *Tábua de Esmeralda*, um texto hermético, ou seja, associado a Hermes Trismegistus, que é tomado

<sup>38</sup> “O paradoxo do Bootstrap basicamente diz que, em um cenário em que a viagem no tempo para o passado seja algo possível, um objeto pode existir sem nunca ter sido criado.” Ou seja, se um viajante volta para uma época em que uma obra não existe e entrega esta obra ao seu autor, a obra já existia antes de ser criada. CARBINATTO, B. O que é o paradoxo do Bootstrap, explorado em “Dark”. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/o-que-e-o-paradoxo-do-bootstrap-explorado-em-dark/> Acesso em: 31/01/2023.

<sup>39</sup> CARVALHO, B. Triângulo de Penrose. Aurora Ciência. Disponível em: <https://auroraciencia.com.br/triangulo-de-penrose/> Acesso em: 31/01/2023.



por muitos como o texto origem da alquimia e largamente utilizado por ocultistas<sup>40</sup>. A série toma a liberdade de acrescentar à figura da tábua uma pequena triquetra, associando seus dizeres à aliança invisível entre os três universos. Além do trecho que nomeia a organização secreta, *Sic Mundus Creatus Est*, outro trecho que pode enriquecer a associação entre os símbolos diz: “o que está embaixo é como o que está em cima e o que está em cima é como o que está embaixo, para realizar os milagres de uma única coisa.” Desta forma, a multiplicidade de espaço-tempo é tratada como uma só coisa, entrelaçada para além daquilo que se pode ver por meio de uma ligação invisível.

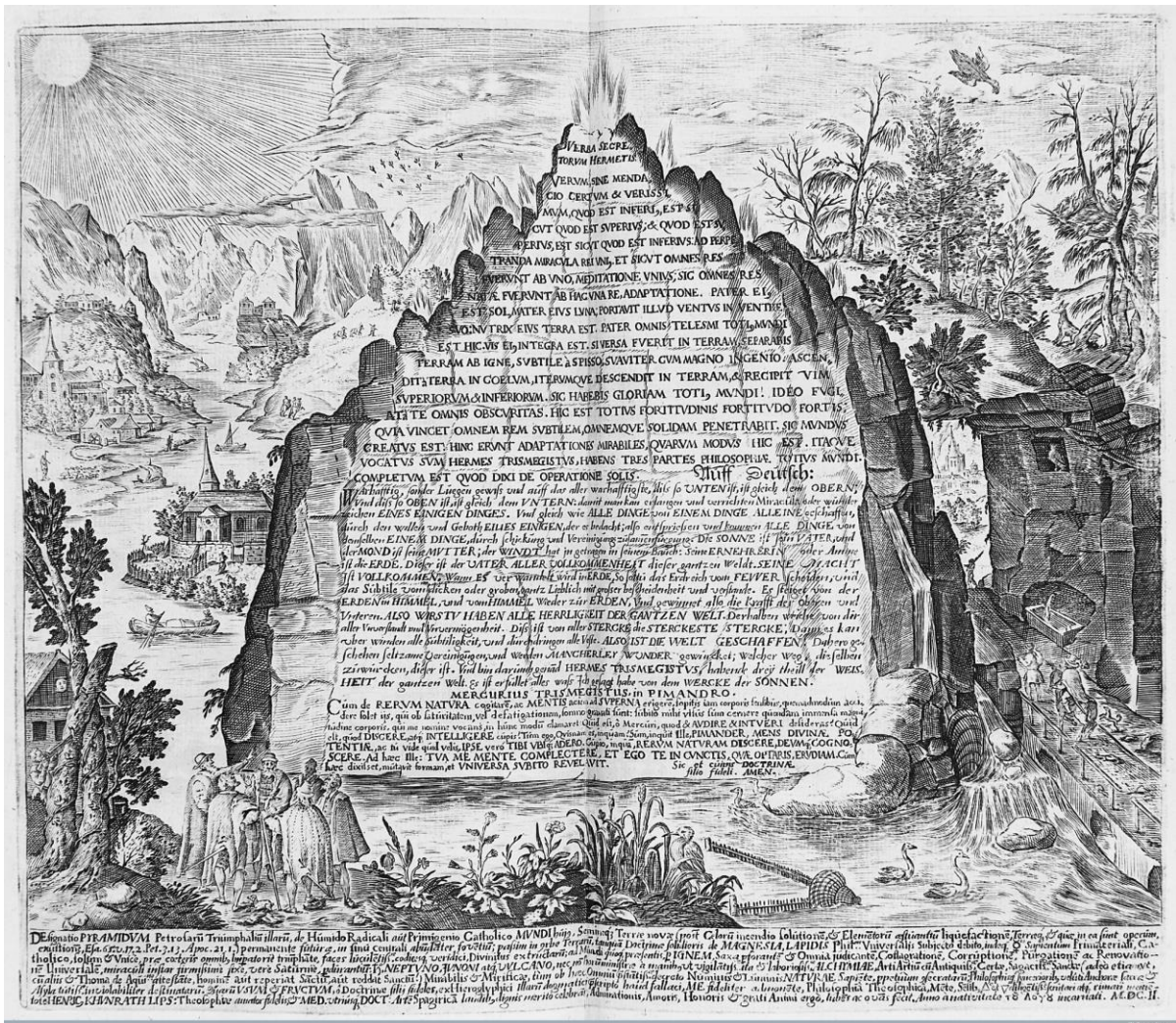


Figura 65. Uma representação imaginativa da Tábua de Esmeralda feita por Heinrich Khunrath (1609).

<sup>40</sup> PRINCIPE, L. *The Secrets of Alchemy*, 2013. p. 38-41.

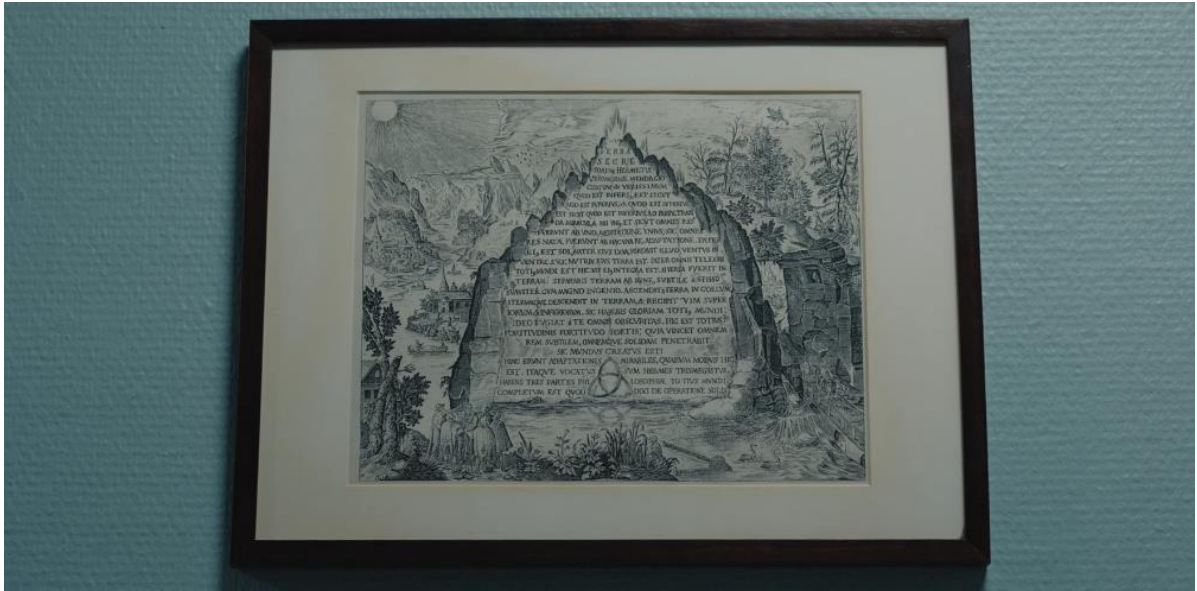


Figura 66. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. A Tábua de Esmeralda com a triquetra. 2017.



Figura 67. Fotograma da terceira temporada de *Dark*. A árvore genealógica dos dois universos. 2020.

A série ainda se aproxima do simbolismo religioso através do possível diálogo que estabelece com a Cabala, sistema de misticismo judaico de origem medieval. As árvores genealógicas (figura 67) dos dois universos coexistentes na versão de Winden que existe dentro da curva tipo-tempo fechada ocorrem de maneira praticamente idêntica. No centro, o que conecta os dois universos é o símbolo do infinito que surge como fruto da união de Martha Nielsen e Jonas Kahnwald e, como visto anteriormente, é o símbolo por meio do qual O Desconhecido é referido. A similaridade entre esta imagem e a representação da árvore das dez Sefirot (Figura 68) – que aparece na série no mesmo painel onde figura o labirinto – pode se tratar de um diálogo que alinha a genealogia das personagens de *Dark* com a noção de criação daqueles dois mundos.



As Sefirot representam os vários estágios da criação Divina, sendo cada Sefirah um canal da energia força criadora Divina. Por meio das dez Sefirot, Ein Sof – O Infinito –, entendido como Deus antes de qualquer manifestação na produção de qualquer reino espiritual, se revela e continuamente cria o mundo físico e a corrente de mundos metafísicos.<sup>41</sup> Assimilando-se isto ao símbolo criado em *Dark*, é possível inferir que O Desconhecido é a força que se revela e constantemente cria os universos coexistentes, como anteriormente estabelecido, além de imputar em cada um dos habitantes de ambas as realidades de Winden um dos estágios de sua criação.

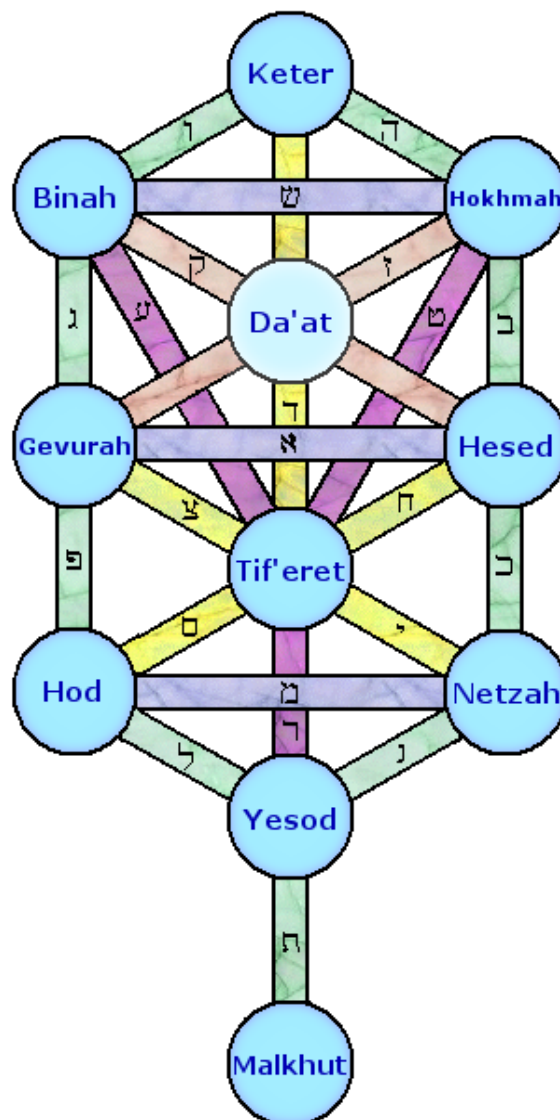


Figura 68. Representação da árvore das Sefirot. Fonte: <https://www.sefaria.org/sheets/158035?lang=bi> Acesso em: 31/01/2023.

<sup>41</sup> MILLER, M. Emanations Interact. Disponível em: [https://www.chabad.org/kabbalah/article\\_cdo/aid/380812/jewish/Emanations-Interact.htm](https://www.chabad.org/kabbalah/article_cdo/aid/380812/jewish/Emanations-Interact.htm) Acesso em: 01/02/2023.

A segunda categoria de símbolos complementares presentes em *Dark* comunica-se com o público de forma mais sutil, especialmente por meio de enquadramentos, ações ou diálogos. A atribuição de significado simbólico a objetos do cotidiano, chamada por H. W. Janson de simbolismo dissimulado, é discutida por Erwin Panofsky no livro *Early Netherlandish painting: its origins and character* (1966). A pintura flamenga do século XV marca a primeira vez em que este simbolismo aparece na forma de objetos como ferramentas, vasos ou cestos de frutos. Estes são objetos que não possuem, em si, qualquer significado religioso, mas o adquirem no contexto da obra. *Dark* trabalha de modo análogo, utilizando-se de objetos do cotidiano que não possuem significado cosmológico em si, mas o adquirem no contexto da narrativa.



Figura 69. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. O personagem Mikkel performa um truque de mágica para seu pai. 2017.

O primeiro momento em que isto ocorre se dá justamente no primeiro episódio da série (Figura 69). Uma das personagens, o menino Mikkel, performa para seu pai um truque de mágica. Neste truque, ele coloca um copo amarelo sobre um pequeno objeto, um pão, também amarelo, escondendo-o. Em seguida, ao levantar novamente o copo, mostra que o objeto já não está mais lá e o revela escondido sob o copo azul. No contexto da cena, objetos sem nenhum significado cosmológico inerente a si, o adquirem. A escolha de cores deixa esse novo significado mais evidente: o pão amarelo, na mesma cor do copo, parece representar aquilo que pertence a um local ou uma época. Ao desaparecer de seu copo de mesma cor, o objeto indica aquilo que desaparece de sua própria época e reaparece em outra, ou sob o copo azul.

Não obstante, é o menino Mikkel o desaparecido que engatilha as maiores transformações na trama ao sair de seu período, 2019, e reaparecer em 1986.



Figura 70. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. O personagem Mikkel performa o mesmo truque de mágica para a enfermeira Ines, que viria a adotá-lo. 2017.

Mais tarde, quando já está perdido no ano de 1986 e sob cuidados médicos no hospital local, Mikkel performa o mesmo truque de mágica para a enfermeira Ines Kahnwald (Figura 70), que viria a tornar-se sua mãe adotiva. Esta repetição do ato estabelece não apenas uma conexão emocional entre as duas personagens – um padrão que se reafirma quando Mikkel performa um truque similar para a personagem Hanna, com quem se casaria depois de adulto –, mas indica à enfermeira e ao público o deslocamento temporal sofrido por Mikkel.

É importante notar também que é atribuído sentido cosmológico a algumas cores, como é o caso da cor amarela. Vista já no copo e no peão que Mikkel utiliza na primeira vez em que performa seu truque, a cor é utilizada para representar o ano de 2019 no tempo cíclico de Winden. É a cor do casaco de Jonas, que somente deixa de usá-lo em suas versões mais velhas, ou seja, não pertencentes ao ano de 2019 (figura 72); é também a cor do traje de proteção individual utilizado dentro da usina nuclear (figura 46); além de também ser a coloração dos barris de Césio 137 que são escondidos pela administração da usina (figura 73).



Figura 71. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. O casaco amarelo de Jonas. 2017.



Figura 72. Fotograma da segunda temporada de *Dark*. Os barris de Césio. 2019.

Outras cores recorrentes são o azul e o vermelho. O azul pode ser a cor associada ao ano de 1986, desde o pequeno copo do truque de mágica, até o papel de parede de um *bunker* neste ano, local e tempo utilizados pela organização *Sic Mundus* para realizar experimentos de controle de viagem temporal com crianças (figura 73), além de estar presente do hospital em que Mikkel é recebido e na roupa que usa (figura 70). O vermelho, por sua vez, parece guardar relações com os deslocamentos entre tempos, pois é a cor do fio encontrado no interior da caverna (figura 62), além de ser usada em roupas de personagens de outros períodos que se tornam viajantes (figura 74).





Figura 73. Fotograma da primeira temporada de *Dark*. O bunker em 1986. 2017.



Figura 74. Fotograma da segunda temporada de *Dark*. A personagem Claudia, que se torna uma viajante. 2019.

Como dito na própria série, *Dark* possui uma teia de símbolos, disfarçando em sua trama inúmeras referências a eventos posteriores. A obra estabelece diálogos e, por vezes, se apropria de símbolos religiosos na representação dos fenômenos cosmológicos que constituem parte da natureza de sua realidade. A utilização desses símbolos pode ocorrer como uma tentativa de transliterar em termos visuais compreensíveis à mente humana certos fenômenos que ainda não podem ser compreendidos, como fez o filme *O Buraco Negro* (1979). Esta motivação, no entanto, pode não ter tomada como plena, uma vez que, para aproximar o público de fenômenos tão misteriosos, outras referências não religiosas podem ser feitas, como visto na



ilustração de Dmytro Dimonika (figura 28) ou, ainda, como fez Chesley Bonestell durante toda a sua carreira. Outros símbolos e representações presentes em *Dark* tampouco possuem origem ou conotação religiosa, como a Caverna ou a usina nuclear.

Assim sendo, a associação entre a iconografia religiosa e os fenômenos cosmológicos pode ser uma forma de estabelecer conexões entre a percepção de realidade de indivíduos, confrontando ciência e religião e, finalmente, fazendo-as colapsar em uma só função. Afinal, ao fim da obra, se descobre que os dois universos que foram mostrados até então são frutos de um universo de origem e que acabar com toda a teia de eventos significa, simplesmente, acabar com suas próprias existências. Dessa forma, a função na qual a ciência e a religião destes universos colapsam seria, tão somente, a de justificadora daquela existência. A primeira temporada é aberta com uma citação de Albert Einstein que afirma que a única diferença entre passado, presente e futuro seria uma persistente ilusão – unir, assim, símbolos religiosos com a ciência dos fenômenos cosmológicos seria uma tentativa, portanto, de atribuir sentido à ruptura da ilusão de tempo linear, mas à permanência da ilusão de existência dentro de um espaço-tempo.

## Considerações Finais

Ao longo destas páginas, foi possível verificar a existência de uma constante busca por compreender fenômenos cosmológicos que estão muito além da capacidade humana de apreensão da realidade. A humanidade investiga fenômenos cosmológicos e propõe teorias que os expliquem desde tempos tão antigos quanto a Idade do Bronze. No mundo Clássico, o *cosmos*, o todo ordenado e passível de análise racional no qual estaria nosso planeta, fomentou postulados como os de Ptolomeu e Aristóteles, que foram de extrema relevância para a constituição de uma iconografia de fenômenos cosmológicos no Ocidente. Esta relevância se fez sentir, inclusive, nas obras de John Milton e Dante Alighieri, por exemplo, que procuraram descrever fenômenos que, até então, não haviam sido observados.

Esta busca ressoou durante toda a trajetória do desenvolvimento do conhecimento humano, até que, a partir do século XX, a inauguração de um novo momento na história da cosmologia trouxe à luz os trabalhos de renomados físicos, como Albert Einstein e Max Planck. Ambos os cientistas tiveram impacto significativo na produção de conhecimento e permitiram um novo momento de crescimento do interesse popular por ciência. Este interesse fomentou em artistas, como Chesley Bonestell e inúmeros outros posteriores a ele, uma nova necessidade de busca por uma representação visual dos fenômenos descritos nos trabalhos destes e de muitos outros físicos. Um prolífico meio pelo qual esses fenômenos passaram a se difundir ainda mais foi o cinema. Com a capacidade de melhor representar movimento, e se apropriando de iconografia tradicional na história da Arte, a representação de fenômenos cosmológicos não observados se tornou parte da cultura popular ocidental e passou a constituir parte fundamental da ficção científica.

Nesse contexto, no ano de 2020, foi possível observar, em uma única obra, a série alemã *Dark*, a confluência de todas as referências que alimentaram a ficção científica, desde a cosmologia religiosa medieval até a *Space Art* da década de 1960. A enorme teia de referências que culminaram na referida série é capaz de demonstrar capacidade que diálogos entre Arte e Ciência possuem de produzir impactos de relevância cultural, histórica e científica. A gama de possibilidades investigativas que todo o gênero de ficção científica fomenta é inesgotável. Por exemplo, ainda seriam necessários mais estudos para compreender como a presença de pinturas e esculturas em obras de ficção científica podem servir explicações aos fenômenos abordados. Outra possibilidade seria, especificamente em *Dark*, procurar estabelecer conexões entre as personagens que abertamente representam figuras bíblicas com o papel que elas desempenham no arranjo cosmológico dos universos da trama. É, ainda, possível procurar a presença da

representação de outros fenômenos cosmológicos não observados para além daqueles que foram citados aqui.

As contribuições entre Arte e Ciência muito produziram para a história da Arte, mas ainda podem vir a produzir ainda mais.