



Ensaio

A TEXTUALIZAÇÃO CINEMATOGRAFICA DO ESPAÇO-TEMPO CURVO DA TEORIA GERAL DE RELATIVIDADE NO FILME *INTERESTELAR*

Henrique César da Silva

Resumo

Analisamos como o espaço-tempo curvo da TRG é textualizado em linguagem cinematográfica (audiovisual) pelo filme *Interestelar*. Metodologicamente, trabalhando a não separação entre forma e conteúdo, as análises se pautam em três categorias que se inter-relacionam: a narrativa, elementos da linguagem cinematográfica e a oposição conhecimento experiência/conhecimento experimento. Na narrativa, identificamos três eixos temáticos: o amor, a gravidade e o tempo, cujos cruzamentos em texto cinematográfico (planos, cortes, personagens, relação áudio e imagens, falas e outros sons) produzem efeitos de sentido relacionados ao espaço-tempo curvo da TRG. Discutimos como essa textualização coloca o leitor (sujeito do conhecimento) em relação ao conceito de espaço-tempo curvo na forma de um conhecimento-experiência e não de um conhecimento-experimento. Implicações para a Educação em Ciências e em audiovisual são discutidas.

Palavras-chave: textualização, cinema, teoria da relatividade geral, curvatura do espaço-tempo, produção cultural

"Do not go gentle into that good night, Old age should burn and rave at close of day; Rage, rage against the dying of the light."

Dylan Thomas

Introdução

De um quadro de Joseph Wright of Derby¹ no século XVIII, a um flashmob em dança contemporânea sobre supercondutividade² divulgado em vídeo numa rede social; de uma tirinha do Calvin & Haroldo³, às séries e filmes de Jornada nas Estrelas⁴ do disco Quanta de Gilberto Gil (1995)⁵ à literatura de cordel⁶, diversas produções artístico culturais têm feito circular elementos de conhecimentos científicos. Sejam distorcidas, sejam transformadas para gerarem novas ideias por meio de metáforas, sejam mantendo a fidedignidade com relação aos paradigmas científicos atuais, de fato, referências a conceitos, teorias, leis e representações da produção científica e tecnológica podem ser encontradas em histórias em quadrinhos, letras de músicas, peças de teatro, ficção científica, literatura, cinema, séries televisivas ou por plataforma de streaming. Esta produção tem sido heterogênea e diversificada sob os mais diversos aspectos. Mas, associadas a todo um amplo conjunto de diferentes práticas sociais e econômicas, esta produção heterogênea pode ser incluída no que Fleck (2010) chama de ciência popular, se mantiverem traços do estilo de pensamento científico.

Considerando que exemplares dessas produções já fazem parte, aqui e ali, do cotidiano escolar, que a educação científica escolar, intencional ou indiretamente, mas inescapavelmente, se relaciona com essas produções, análises desse tipo de circulação da ciência podem propiciar novos subsídios e insights para a compreensão da constituição da ciência escolar e para a compreensão e produção de práticas educacionais, seja no âmbito formal ou não-formal, sem que se estabeleça uma relação de subordinação (Trópia e Pinto Neto, 2017).

Não é incomum, no entanto, que muitas dessas produções sejam vistas apenas como suportes de conteúdos, levadas para a escola para que sejam realizadas críticas quanto à adequação dos conteúdos aos paradigmas, dentro dos procedimentos normativos que constituem o discurso da ciência, para exemplificação de situações que exercitam a

¹ "Um experimento de um pássaro numa bomba de vácuo", pintura, 1768.

² Superconductivity dance flash mob. 2011. Emergenteuniverse.org. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=O6sukIs0ozk>. Acesso em 14/08/2019.

³ Várias tirinhas desses personagens fazem referências a teorias e conceitos da Física, como a relatividade, gravidade, por exemplo. Cf. WATTERSON, Bill. Tem alguma coisa babando embaixo da cama. 2ª Ed. São Paulo: Conrad Editora do Brasil, 2010.

⁴ Séries e filmes, produzidos desde 1966, em que aparecem buracos negros uma serie de tecnologias e referências à física moderna. Cf. Souza (2019).

⁵ Gilberto, G. Quanta. Rio de Janeiro: Warner Music, 1997. 1 CD.

⁶ Cf. Almeida, C.; Massarani, L.; Moreira, I. C. Representações da ciência e da tecnologia na literatura de cordel. Bakhtiniana: revista de estudos do discurso. Vol. 11, n.3, p. 5-25, 2016.

aplicação de determinados conceitos, leis ou teorias das ciências. Tais modos de inserção na escola as apagam enquanto produções culturais para pôr em relevo os conteúdos científicos, detectar suas distorções, atestar, exemplificar ou exercitar sua aplicabilidade. “Conteúdos” que se supõe, certos ou errados, estarem “contidos” naquele suporte. Assim, uma peça de teatro deixa de ser peça de teatro; a literatura deixa de ser literatura; a divulgação científica deixa de ser divulgação científica; o cinema, deixa de ser cinema, para tudo na escola parecer apenas “conteúdo”. Esse problema na Educação em Ciências tem sido apontado, de diferentes modos, por diversos trabalhos como os de Piassi e Pietrocola (2009), Piassi (2013), Rezende Filho et al. (2011), Ramos e Silva (2014).

Para Barreto (2014),

A percepção da ciência no cinema vai muito além da análise do conteúdo conceitual de filmes de ficção científica ou do recorte que os documentários científicos fazem na abordagem de um fenômeno natural. (p. 114).

Parece estar subentendida, a esses tipos de práticas de inserção de artefatos culturais na escola centradas nos conteúdos, uma separação entre forma e conteúdo, encarando seus textos apenas como veículos, receptáculos transparentes. Pretendemos aqui apresentar uma perspectiva em que, ao contrário, forma e conteúdo encontram-se inseparavelmente intrincados.

Neste trabalho, lidamos com o cinema, em particular, com um exemplar de ficção científica, o filme *Interestelar* (2014), dirigido por Christopher Nolan. O objetivo é apresentar uma análise deste filme, bastante popular, de tal forma a tornar evidente a não separação entre a forma cultural em questão e os conteúdos, em sua relação com o conhecimento científico, neste caso, um elemento de uma teoria hoje paradigma e um importante campo da Física: a noção de curvatura do espaço-tempo da teoria de relatividade geral (TRG). Para dar conta da relação forma/conteúdo, optamos por uma abordagem teórico-metodológica amparada na noção de textualização (Silva, 2014; Silva; 2019).

Por textualização compreende-se que a forma textual, seja ela matemática, imagética, escrita ou audiovisual, não é indiferente aos efeitos de sentidos (Orlandi, 2005) que lemos nessas produções como conteúdos. A forma textual não determina completamente, mas participa da produção dos sentidos. Ela está implicada em posicionar os sujeitos em relação aos objetos de saber numa relação específica de conhecimento. Mesmo que aparentemente o mesmo conteúdo seja apresentado de diferentes formas, há nuances neste conteúdo apenas mobilizadas pelas especificidades daquela forma textual; há relações estabelecidas pelos leitores com aquele saber específicas da mediação que aquela forma textual pode propiciar. É da forma textual cinematográfica que tratamos neste ensaio.

Assim, optamos por escolher um objeto de conhecimento da Física, a curvatura do espaço-tempo, elemento fundamental da TRG, e analisar como este se encontra

textualizado na forma cinematográfica pelo filme *Interestelar* (2014), considerando-o uma produção cultural no âmbito da ciência popular (Fleck, 2010).

Para Fleck (2010), a ciência popular é onde o fato científico se faz carne, como discutiremos no próximo tópico. Segundo Pasolini (1990, apud Almeida, 1999), o cinema é a língua da realidade. É este encontro que, como veremos, permite a textualização da curvatura do espaço-tempo da Física no/pelo discurso cinematográfico.

Encontro este que vamos descrever neste ensaio a partir de três categorias inter-relacionadas: a narrativa do filme, os elementos da linguagem cinematográfica ali mobilizados, e a diferença entre conhecimento experiência/ conhecimento experimento (Larrosa Bondía, 2002). Estes são os elementos da textualização do espaço-tempo curvo na forma cinematográfica de *Interestelar* que pretendemos dar visibilidade. Estas três categorias nos permitiram analisar como esse elemento do conhecimento físico se encontra, na forma cinematográfica deste filme e como esta forma coloca o espectador em relação a este conhecimento, enquanto sujeito do conhecimento por uma forma específica de experiência.

O filme *Interestelar*: circulação de conhecimento e ciência popular

Podemos derivar da teoria da ciência de Fleck (2010) a ideia de que na estrutura social atual de produção de conhecimentos científicos centrada em especialistas, há circulação de conhecimentos entre estes e um círculo amplo de não-especialistas, que se materializa em textos e práticas específicas, no âmbito do que ele chama de *ciência popular*. A relação entre médico e paciente, por exemplo, tem vinculação com um campo de especialidade, mas ali, neste círculo exotérico em relação ao da comunicação entre os especialistas, o esotérico, os conhecimentos circulariam com formas textuais com características gerais como a simplificação, a plasticidade, o apodítico, a ausência de debates. Se no círculo esotérico dos especialistas a ciência se textualiza como incerta, fragmentada, mais subjetiva, tecnicamente detalhada, em relação à ciência popular no círculo exotérico, o autor vai apontar que:

"Ao nos afastarmos ainda mais do centro esotérico em direção à periferia exotérica, o pensamento parece ser ainda mais dominado pela plasticidade emotiva, que confere ao saber a segurança subjetiva da religiosidade ou do óbvio. Nesse âmbito, não se exigem provas coercitivas para o pensamento, pois a palavra já se tornou carne." (idem, p. 171).

A produção de *Interestelar* representa um elemento de uma interessante rede de circulação envolvendo conhecimentos da Teoria da Relatividade Geral, uma teoria da gravidade hoje paradigma na Física, que trabalha com geometria não-euclidiana, onde o tempo é uma das dimensões das equações junto à dimensão espacial, formando quatro dimensões, numa concepção que escapa à nossa intuição física experiencial. Nesta teoria, a

geometria espaço-temporal pode ser encurvada pela presença de matéria, sendo essa curvatura quanto maior a densidade de massa. Isso significa que as medidas de intervalos de tempo dependem dessa curvatura e podem ser diferentes conforme a distância da massa relacionada com aquela curvatura.

Nessa síntese verbal do parágrafo anterior, um tanto plástica e bastante simplificada, a noção de espaço-tempo curvo já é uma textualização específica do que no campo esotérico da física se textualiza pela linguagem matemática dos tensores e da geometria não-euclidiana, sintetizada em equações de campo. A primeira solução das equações dessa teoria foi obtida em 1916, para um corpo de simetria esférica, estático⁷, revelando que o comportamento dessa curvatura espaço-temporal na sua dependência da massa poderia implicar num encurvamento tão grande, se a densidade de massa passasse de certo limite, que geraria uma singularidade. Ao longo das primeiras sete décadas do século XX, aprimoraram-se os métodos de resolução, encontraram-se novas soluções dessas equações, associaram-se as previsões teórico-matemáticas a dados astronômicos⁸, construíram-se compreensões sobre as transformações da massa/energia das estrelas ao longo do tempo, construindo-se a ideia de que objetos estelares podem entrar em colapso gravitacional e, dependendo de densidade de massa inicial, produzir a tal singularidade encontrada em soluções matemáticas das equações da teoria. No final da década de 60 este objeto, até então conhecido como “objeto completamente colapsado gravitacionalmente”, passa a ser designado pelo nome metafórico de “buraco negro” (Bartusiak, 2015).

Esta teoria encontrará sua primeira, talvez, mas certamente uma das mais importantes versões em manual, ou seja, uma forma textual destinada à formação de especialistas neste campo da física, com o livro *Gravitation*⁹, escrito por três físicos especialistas no assunto, entre eles, Kip Thorne. O mesmo Kip Thorne vai publicar em 1994, na forma textual da divulgação científica, o livro intitulado *Black holes & time warps* em cujo prólogo encontramos o leitor que, numa narrativa de ficção científica, viaja até próximo a um buraco negro para se explicarem suas “estranhas propriedades”. O buraco negro desta história de ficção criada por Kip Thorne é chamado de Gargântua, mesmo nome do buraco negro do filme *Interstellar*. Segundo Thorne (2014), a ideia deste filme começou a ser gestada em 2006, passando por um roteiro inicial de Jonathan Nolan, abandonado, e depois retomado e reescrito com seu irmão Christopher, que seria o diretor do filme. Associado ao filme, é publicado no mesmo ano, um livro de divulgação científica, escrito pelo próprio Kip Thorne, intitulado, *The Science of Interstellar*, ainda sem tradução para o português.

As relações entre as produções de ficção científica, sejam literárias ou audiovisuais, e os fatos e conhecimentos científicos são complexas e nem sempre se dão na forma de uma fidedignidade com relação ao campo científico a que fazem alguma referência, tal como estabilizados no momento dessas produções. No entanto, em algumas delas, a busca por essa fidedignidade parece ter sido elemento central de suas produções. No cinema, é o

⁷ Trata-se da solução de Schwarzschild publicada em 1916.

⁸ Como os do famoso eclipse de 1919, obtidos em Sobral (Ceará) e na África.

⁹ Misner, C; Thorne, K.; Wheeler, J. A. *Gravitation*. Princeton: Princeton University Press, 2017 [1973].

caso, por exemplo, de *Contato* (1985) e de *2001: Uma odisséia no espaço* (1968). *Interestelar* se relaciona explicitamente com essas produções por inúmeras referências a essas duas obras, como se pretendesse se colocar ao lado delas. Tem o mesmo ator principal que *Contato*, aborda a mesma temática da diferença entre crenças populares de caráter religioso, esotérico ou paranormal e conhecimento científico. A mesma temática da viagem ao desconhecido no universo está presente nas três obras. Cenas de relatividade galileana entre os movimentos dos objetos no espaço com uma perfeição física incrível encontram-se tanto em *2001* quanto em *Interestelar*¹⁰. Não nos escapou a semelhança de uma das músicas compostas¹¹ para *Interestelar* com a valsa orquestrada que compõe o ambiente espacial de *2001*. Pelo menos *Contato* e *Interestelar* se originaram e tiveram a participação de físicos renomados como consultores ou roteiristas, já que o primeiro é baseado no romance homônimo de Carl Sagan. De fato, Kip Thorne (2014), físico teórico já renomado especialista na Teoria da Relatividade Geral, hoje, prêmio Nobel de Física (2017) pelas contribuições às ondas gravitacionais, deixa explícito que seu projeto, sonho, de um filme, gestado desde pelo menos 2006, tinha duas diretrizes:

"1. Nada no filme violará as leis da Física firmemente estabelecidas ou nosso conhecimento do universo firmemente estabelecido;

2. Especulações (frequentemente selvagens) sobre leis físicas mal compreendidas e sobre o universo brotarão da ciência real, de ideias que, pelo menos, alguns 'respeitáveis' cientistas veem como possíveis." (*idem*, p. 4)¹²

Interestelar, trata-se, assim, de uma produção cultural que merece ser compreendida como artefato e espaço de circulação do conhecimento científico ao envolver, de um lado, uma forte conexão com o círculo esotérico de produção desses conhecimentos, e de outro, por ser simultaneamente produto da ciência popular e um produto representativo da indústria cultural cinematográfica norte-americana.

Gomes (2017), por exemplo, ao focar as imagens em *Interestelar*, evidencia aspectos dos trânsitos e conexões entre a produção da imagem fílmica no regime artístico e a produção da imagem pela Física, no regime científico.

É nesta direção que acreditamos que esta análise pode contribuir para compreendermos aspectos da complexa e heterogênea produção da ciência popular.

Duas das categorias que utilizamos, narrativa e elementos da linguagem visual, foram baseadas na análise de Teixeira (2019) sobre a textualização de buracos negros em episódios da série e num filme da franquia *Jornada nas Estrelas*. A terceira, conhecimento-experiência X conhecimento-experimento, foi baseada em Larrosa Bondía (2002).

¹⁰ Cf. cena em 00:48:09, por exemplo.

¹¹ Zimmer, H. "I'm going home" in *Interstellar* movie soundtrack, 2014. (cena: 00:48:10-00:48:50).

¹² Tradução nossa.

Narrativa

Em *Interestelar* temos um herói, típico da indústria cinematográfica norte-americana, que embarca numa viagem a lugares longínquos e desconhecidos, onde, passando por diferentes paradas, enfrentará com astúcia, racionalidade e domínio científico-tecnológico, perigos naturais desconhecidos e fraquezas humanas, ansiando por voltar para casa onde moram seus afetos, sua família, principalmente sua filha, embora vários desafios inesperados sempre o atrasem. Não é difícil ver nesta síntese da narrativa, uma versão cultural norte-americana do século XXI da Odisseia do herói grego Ulisses, escrita por Homero (2018) há mais de três mil anos. Cooper (Matthew McConaughey), engenheiro e piloto da NASA, é este herói; a viagem, uma odisséia no espaço-tempo curvo; os perigos e desafios, aqueles impostos pela natureza, antes mítica (deuses, semi-deuses e outros seres), agora científica (a gravidade, consequência do espaço-tempo curvo, relativo, tal como prevista pela teoria da relatividade geral. De fato, perscrutando essa linha, identificamos 19 elementos dessa correspondência entre essas odisséias, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Comparação entre as narrativas de Odisseia (Homero) e *Interestelar*

Viagem de Ulisses	Viagem de Cooper
1. Jornada do herói (Ulisses-guerreiro) para voltar para casa	1. Jornada do herói (Cooper-engenheiro) para voltar para casa
2. Diversas ilhas e terras	2. Diferentes planetas em outra galáxia
3. Cova de Caribdis	3. Buraco negro
4. Atrasos	4. Atrasos (ampliados pelo tempo relativo da curvatura espaço-temporal)
5. herói fica sete anos preso numa ilha	5. 7 anos de tempo relativo (1h no plano, 7 anos da Terra)
6. Tempestades e vendavais	6. Onda gigante, gelo no planeta
7. Escolha entre dois caminhos	7. Escolha entre dois caminhos
8. Batalhas, lutas	8. Luta contra o Dr. Mann
9. Saudades da esposa e filho	9. Saudades da filha
10. Telêmaco (filho)	10. Murphy Cooper (filha)
11. Uso de estratégias inteligentes (astúcia, protegido de Atena)	11. Uso de estratégias inteligentes (astúcia, ciência, engenharia, "protegido" pela ciência)
12. Seus guerreiros vão se perdendo na jornada	12. Companheiros de viagem: Doyle, Romilly
13. Família não sabe se está vivo	13. Família não sabe se está vivo
14. Família tem seus problemas na ausência do pai	14. Família tem seus problemas na ausência do pai

15. Forças sobrenaturais dos deuses	15. Forças da natureza Interestelar, que parecem sobrenaturais
16. Na volta, seu filho está mais velho	16. Na volta, sua filha está muito mais velha
17. Ulysses, na volta, aparece disfarçado	17. Cooper, num "retorno" à casa, pelo tesseracto, se apresenta como fantasma
18. Desafios impostos pelos deuses (natureza mítica)	18. Desafios impostos pela gravidade, tempo, espaço (natureza científica)
19. Ajuda dos deuses	19. Ajuda dos seres-bulk

Fonte: o autor

Enquanto o herói-Ulisses da Odisseia de Homero viajou pelo mar Mediterrâneo, encontrando diferentes povos e seres míticos (natureza, na cultura grega antiga), o herói-Cooper de *Interestelar* tem sua odisseia no espaço-tempo, pois sua viagem é tanto no espaço quanto no tempo (só retornará para casa mais de 100 anos depois, no tempo da Terra e reencontrará a filha mas no passado desta pelas paredes de seu quadro no tesseracto), encontrando diferentes planetas, todos em torno do buraco negro Gargântua (outra referência metafórica a um clássico da literatura europeia ocidental^{13 13}), mas a diferentes distâncias dele, assim como dentro do próprio buraco negro e através de um buraco de minhoca. Todas as suas paradas, todos os seus atrasos, todos os seus desafios e soluções encontram-se relacionados com o espaço-tempo curvo da Teoria da Relatividade Geral. Ou seja, o conceito de espaço-tempo curvo e relativo da TRG é parte constitutiva da trama, do enredo, das ações, decisões e desafios dos personagens, é elemento estruturante da narrativa cinematográfica em conteúdo e forma, ou seja, textualização.

Temos assim um drama épico contemporâneo, que, como todo drama, se desenvolve numa sequência narrativa composta por problema, conflitos, soluções, clímax e desfecho. O problema: salvar as pessoas de um planeta Terra em mudanças ambientais irreversíveis que extinguirão a vida humana nos próximos anos. As possíveis soluções: encontrar um novo planeta habitável para iniciar uma colonização humana, ou, conseguir transportar as pessoas para fora do planeta. Ambas as soluções estão relacionadas com o espaço-tempo curvo da TRG: o planeta adequado tem suas condições impostas pela proximidade com o buraco negro, pelos efeitos de seu intenso campo gravitacional sobre os planetas; abandonar a Terra implica resolver a solução das equações de campo da gravidade que não são compatíveis com a teoria quântica. Os conflitos estão todos relacionados ao fato dos planetas possíveis encontrados estarem orbitando um buraco negro. Conflitos naturais e também humanos, na luta pela sobrevivência individual ou da espécie. Mas há outro conflito-desafio, dentro da própria Física: enviar dados de dentro de um buraco negro para a Terra, para que se possa resolver uma equação que liga a Teoria Quântica com a TRG, possibilitando o controle tecnológico da curvatura do espaço-tempo, ou seja, da gravidade. O clímax do drama se dá pela sequência em que Cooper entra no buraco negro, "caindo" no

¹³ Gargântua e Pantagruel, obra de vários volumes de Rabelais, França, século XVI.

tesseracto¹⁴ e conseguindo se comunicar com a filha, na Terra, enviando-lhe os dados necessários. Se o herói de Homero tem a proteção de Atena (deusa guerreira da astúcia estratégica), o herói de *Interestelar* tem o conhecimento e o domínio das técnicas e da racionalidade da ciência e da tecnologia, para concretizar suas estratégias e soluções astutas. Se o herói na obra de Homero conduz seu exército e seus barcos pelo mar do Mediterrâneo antigo, em *Interestelar* o herói piloto, astronauta, engenheiro conduz sua equipe, e suas naves, e a si mesmo pelo espaço-tempo curvo. Esta condição implica em considerar como parte da narrativa audiovisual, em forma e conteúdo, diversas implicações, ainda que apenas supostas, ancoradas no conceito de espaço-tempo curvo da TRG¹⁵.

No entanto, a narrativa ainda pode ser decomposta em três eixos temáticos que se cruzam em diversos momentos da história: o amor, a gravidade e o tempo.

Por eixos temáticos compreendemos elementos que se repetem em diferentes momentos, que estruturam a narrativa, e se realizam de diferentes maneiras no texto audiovisual de ficção cinematográfica.

O amor, primeiro dos eixos, é representado pela relação familiar, principalmente pela relação entre Cooper e Murphy, sua filha; quando Cooper vai ao encontro amoroso da Dra. Brand (Anne Hathaway) no planeta de Edmund, no final do filme; na cena em que têm que decidir que planeta escolher, o de Edmund ou o Dr. Mann (Matt Damon), sendo que Brand estava apaixonada por Edmund e o amor interfere em sua escolha lógica; e, no clímax do drama, quando Cooper tem que se comunicar com a filha e utiliza como instrumento o relógio com que lhe havia presenteado na cena da despedida.

A gravidade, segundo eixo, na teoria da relatividade geral é o efeito da curvatura do espaço-tempo pela matéria. É representada pelas anomalias gravitacionais: queda de sua nave (cenas que aparecem em sonho); máquinas agrícolas que se orientam sozinhas todas em direção à casa de Cooper; queda dos livros no quarto de Murphy; listras de poeira suspensa no quarto da Murphy após uma tempestade de areia; a anomalia perto de Saturno (buraco de minhoca); ondas gigantes (marés) no primeiro planeta visitado. A gravidade está relacionada com o tempo relativo entre dois lugares/observadores. É simulada pela rotação da nave Endurance. Seu controle tecnológico está relacionado com a resolução das equações do Dr. Brand. Está relacionada com o efeito estilingue, estratégia proposta por Cooper para chegar a um dos planetas com menos consumo de combustível. Também há menções à gravidade dos planetas visitados. E está relacionada com a possibilidade de vida nos planetas visitados devido à proximidade com relação ao buraco negro.

Tematizada em outra produção da indústria cinematográfica americana, em filme estrelado por Sandra Bullock, que leva esse conceito como título, a gravidade é extensa e muito diversamente textualizada em *Interestelar*. Por isso, a consideramos um dos eixos da narrativa fílmica. No entanto, enquanto esse conceito no filme *Gravidade* (2013)¹⁶ restringe-

¹⁴ Matematicamente seria um cubo em quatro dimensões. Fisicamente, no filme, a quarta dimensão é o tempo.

¹⁵ Um detalhamento conceitual foge ao escopo e limitações deste trabalho e será objeto de publicação futura.

¹⁶ Gravidade (Gravity). Dir. Alfonso Cuarón. Warner Bros. Pictures, 2013.

se à teoria da gravitação newtoniana; em *Interestelar*, trata-se principalmente do conceito de gravidade da TRG, ou seja, relacionado à geometria do espaço-tempo encurvado pela matéria. Curvatura espaço-temporal que, no caso de um objeto tão denso quanto um buraco negro, provoca outros efeitos e consequência gravitacionais como já apontamos.

E o tempo, terceiro eixo, é representado pelos atrasos, os tempos relativos entre dois locais, duas pessoas, conforme a distância do buraco negro; pela memória (flashbacks em entrecruzamentos de cenas); quando Cooper assiste às gravações dos filhos durante 23 anos (no tempo a Terra); o cientista que fica mais velho (23 anos) esperando Cooper e Brand na nave; as diferentes linhas temporais de Cooper (apenas um ator) e Murphy (três atrizes: criança, jovem e velha; respectivamente, Mackenzie Foy, Jessica Chastain e Ellen Burstyn); discussões e dramas sobre as diferentes passagens do tempo entre os viajantes e os que estão na Terra.

O tempo, grande enigma da Física, é elemento central do filme, como apontado pelo próprio Thorne (2014). No filme, seu comportamento, previsto pela TRG, é textualizado pela experiência dos personagens,

O filme começa no futuro (o tempo presente do final da história), com os personagens já velhos, embora ainda não o saibamos. O filme termina com estas mesmas cenas, destes mesmos personagens, velhos, em suas falas gravadas na colônia orbital que só pôde ser construída pela solução (clímax) da equação do Dr. Brand, a partir dos dados enviados por Cooper obtidos em sua jornada mítica. O tempo do filme se encurva em sua narrativa.

Os três eixos não estão apenas insistentes e variavelmente presentes, como estabelecem entre si diferentes cruzamentos. As análises de sequências nos dois próximos tópicos mostrarão alguns entrelaçamentos desses eixos temáticos, bem como alguns elementos da linguagem audiovisual do cinema na textualização do espaço-tempo curvo da TRG.

Sequência audiovisual 1: os desafios no primeiro planeta

Na primeira sequência selecionada (1:06:07 - 1:18:00), os personagens Dra. Brand, Cooper e Dr. Doyle (Wes Bentley) vão ao planeta de Miller, enquanto Dr. Romilly (David Gyasi)¹⁷ espera na nave *Endurance*. A *Endurance* fica a uma distância do buraco negro em que seu tempo passa igual ao da Terra. No entanto, como o planeta de Miller está mais próximo do horizonte de eventos do buraco negro, ali a curvatura do espaço-tempo é mais acentuada e, portanto, as medidas de intervalos de tempo são diferentes, ocasionando que para cada hora que se passa no planeta, passam-se sete anos na *Endurance* (e na Terra). No planeta de Miller, os três têm que lutar para sobreviver às ondas gigantes (marés devido à enorme força gravitacional do buraco negro¹⁸), fazer tudo rápido para voltarem num

¹⁷ No filme apenas a personagem Brand (Anne Hathaway) é designada como doutora. No entanto, é coerente supor que, exceto Cooper, que é engenheiro, os outros dois personagens sejam também doutores em Física.

¹⁸ Para uma explicação física cf. Cunha, P. V. P. Física do filme *Interestelar*. *Gazeta de Física*, vol. 38, n.1, 2015. Disponível em: <https://www.spf.pt/magazines/GFIS/117/article/956/pdf>. Acesso em 01/06/2019.

tempo o menos diferente possível do da Terra. Como na jornada de Ulisses, um dos “guerreiros”, Dr. Doyle, não sobreviveu, devido aos “encantos” de uma natureza planetária diferente da nossa experiência terrestre (uma onda da altura de uma montanha). Quando voltam à *Endurance*, Dr. Romilly, que permanecera ali, está 23 anos mais velho, assim como os filhos de Cooper na Terra. Assim, o conceito de curvatura espaço-temporal previsto pela TRG impõe elementos à trama, às ações e decisões dos personagens e aparece não como explicação (experimento) mas como experiência compartilhada com o telespectador.

Esta sequência, como pontuamos na Tabela 1, possui diversas equivalências com relação à narrativa da *Odisseia* de Homero. Viajantes indo para uma ilha (planeta), atraso na viagem de volta; uma pessoa não volta (seduzido pelo fenômeno, o personagem Dr. Doyle se encanta com a onda gigantesca, o que o atrasa e a onda o alcança e Cooper tem que fechar a porta da nave – 01:11:48 a 01:11:58); um fenômeno natural, mas extremo, fora do comum humano (terrestre) (como os produzidos pelos deuses na mitologia grega), embora, neste caso, produzido pelas condições gravitacionais impostas pelo buraco negro; luta pela sobrevivência que exige astúcia, coragem, inteligência e maestria com as tecnologias.

Em relação aos eixos temáticos temos:

Amor – pai e filha – exigência de rapidez nas ações, mas atraso (briga entre Cooper e Amélia Brand)

Gravidade – difícil descida ao planeta; ondas gigantes (marés); fuga da segunda onda – causa o atraso (amor)

Tempo – relativo (1h no planeta de Miller = 7 anos na Terra), pela encurvatura causada pela densidade do buraco negro) (causa mais diferença temporal – amor).

O centro da atuação está no personagem Cooper, ator principal, na emoção do seu desespero por conta do atraso. O drama deste personagem entrelaça os três eixos.

Assim, não visualizamos o espaço-tempo curvo, mas participamos como espectadores da emoção, da experiência, do drama do personagem no desenrolar das ações cujo contexto é determinado pela natureza do espaço-tempo curvo nas proximidades de um buraco negro.

A música *Mountains*, como toda a trilha sonora do filme, foi composta por Hans Zimmer, e é elemento importante na textualização cinematográfica. Seu início reporta-nos a um marcador de tempo musical, lembrando um relógio, e sua sincronidade com as cenas das ondas gigantes participa da dramatização experimentada pelo espectador. Ela se torna triunfal com um coro ao fundo, quando os personagens descobrem se tratar de uma onda gigantesca vindo em sua direção e não uma montanha estática no horizonte, como tinham pensado à primeira vista. O ritmo da música acelera quando a cena envolve a ação rápida do robô para salvar a Dra. Brand. O tempo, o perigo, a ação, a fuga, são emocionalmente trabalhadas na relação entre imagens, ações e a trilha sonora. O pano de fundo estruturante desta sequência: o conceito de espaço-tempo curvo da TRG e suas implicações e consequências.

Assim, temos a narrativa (ação dos personagens) e os elementos da materialidade audiovisual (closes, trilha sonora, cortes e sequência de planos) dando forma (textualizando) ao espaço-tempo curvo da TRG, na forma de uma experiência estética, não argumentativa, explicativa, demonstrativa. O espectador é colocado dentro da situação ficcional cuja lógica é determinada pela teoria da relatividade geral. Ele não vê o espaço-tempo curvo, mas a experiência estética e emocionalmente. Neste texto, cinematográfico, o espaço-tempo curvo, enquanto fato científico, para além de representações imagéticas ou soluções de equação e conceitos, é carne, cinematograficamente experienciada, epistemologicamente estabilizada como fato (Fleck, 2010).

O espectador é posto a compartilhar a experiência emocional da relatividade do tempo pela relação de amor entre pai e filhos, causada pela presença do buraco negro. Um pai que perdeu a chance de participar de 23 anos da vida dos filhos, da adolescência à idade adulta. Ao assistir a essas mais de duas décadas de mensagens do filho, toma conhecimento de que este se formou na universidade, se apaixonou, se casou e teve um filho. O/a espectador/a tem relação com a emoção do drama do personagem, mas esta é consequência imposta pela lógica conceitual e teórica da TRG.

Sequência audiovisual 2: caindo no tesseracto e se comunicando com a filha

Agora vejamos em detalhes uma sequência, a do tesseracto (2:17:43 – 2:34:15), ou seja, o clímax da narrativa mítica na linguagem cinematográfica de ficção científica da indústria cultural norte-americana.

O tesseracto é um objeto possível, mas especulativo, dentro da lógica da TRG. No enredo, ele teria sido produzido por seres-bulk (vivente em cinco dimensões), ou “humanos” em outro espaço-tempo.

Os eixos temáticos (amor, gravidade e tempo) aqui se cruzam na resolução do principal problema dessa trama homérica contemporânea em ficção científica: o envio de dados do buraco negro para resolver a equação do Dr. Brand (Michael Caine), equação que une teoria quântica e relatividade geral, ainda hoje incompatíveis na Física.

Temos aqui outra parada na viagem de aventura, outra “ilha” ou “terra desconhecida”, e Cooper, o viajante, precisa da ajuda do robô (uma das várias referências, “citações” de 2001: uma odisséia no espaço) para compreendê-la tal a não cotidianidade de sua experiência. Temos, mais uma vez, o uso de estratégias inteligentes, astutas, deste Ulisses contemporâneo, engenheiro, herói cinematográfico norte-americano, protegido da Atena-Ciência: na separação da Endurance, usando o princípio físico da conservação da quantidade de movimento; para entender o tesseracto; na conversa com TARS; no insight sobre como passar dados para a filha.

No tesseracto ele se move não apenas por diferentes lugares no espaço, mas por diferentes lugares no tempo. Mover-se pelo espaço-tempo é uma ação que o personagem realiza que representa outra textualização do conceito de espaço-tempo da TRG. O espaço-tempo da TRG é tão “plástico”, que não apenas se encurva acentuadamente próximo a um

buraco negro, como pode se transformar num cubo, um cubo em quatro dimensões. Seu corpo se move neste espaço-tempo. No tempo da Terra (do outro lado do tesseracto). No tempo do quarto da filha. Os planos desta sequência então se alternam entre o tempo presente na Terra (futuro para Cooper), o tempo passado na Terra (adolescência da filha) e tempo presente de Cooper. Não estamos na lógica da relatividade galileana, mas na lógica da relatividade einsteiniana. Não se trata de uma reedição das viagens no tempo já bastante tematizadas pela ficção científica literária e cinematográfica. Na verdade, há o entrelaçamento, pela alternância das cenas, dos três tempos. Na verdade, quatro, pois há também o tempo da memória. Murphy, a filha, precisará se lembrar da sua adolescência (tempo presente de Cooper na cena, que para ela é passado). Eis nossa forma humana de experiência do tempo: a memória, entrelaçada pela narrativa audiovisual ao espaço-tempo da TRG.

Num buraco negro, ultrapassado o horizonte de eventos, nenhuma informação pode “sair”, eis o que define o horizonte de evento. Como então estabelecer uma comunicação? É então que os eixos amor, gravidade e tempo se cruzam mais uma vez como uma rede temática em cujas malhas se estruturam ações narrativas que textualizam o espaço-tempo curvo da TRG no filme.

Se a comunicação (envio de informação) não pode ser feita por sinais eletromagnéticos (aqueles que dominamos até o presente momento tecnológico), ela poderia ser feita gravitacionalmente (ondas gravitacionais)? A física não responde ainda esta pergunta, mas acena com a possibilidade futura de um sim. Mas mesmo que transmita os dados por ondas gravitacionais, a comunicação humana tem outro componente, o afeto, o amor. É quando TARS, o robô, pergunta como sua filha entenderá a mensagem e Cooper responde, com certeza em seu semblante, que ela compreenderá porque ele lhe presenteou o relógio em sua despedida, simbolizando o forte afeto os une (“Amor, TARS, amor”, diz Cooper, em 02:30:31). Novamente os três eixos se fundem nos *closes* do relógio dado por Cooper à filha quando ele partiu (figura 1). Cena anterior retomada agora no espaço (tempo) da memória.

Figura 1. Relógio de Cooper e relógio de Murphy, presente do pai



Fonte: *Interestelar* (Paramount Pictures e Warner Bros. Pictures, 2914, 00:39:30)

O *close* nos relógios entrelaça os eixos: eles representam simultaneamente a relatividade de tempo (sua curvatura), o instrumento de comunicação dos dados pela

gravidade e o amor entre pai e filho, dramatizado na partida, um reencontro da solução do problema e clímax da narrativa (02:32:07).

O espaço-tempo curvo no filme, à guisa de uma síntese

Não há uma representação imagética do espaço-tempo curvo no filme. Há poucas explicações também na fala dos personagens. O espaço-tempo curvo aparece como experiência estética cinematográfica, na linguagem audiovisual; como experiência emocional da passagem do tempo, pelos desafios da jornada mítica do personagem principal e seus companheiros, e inúmeras anomalias e efeitos da gravidade considerada como curvatura do espaço-tempo, como a comunicação por ondas gravitacionais, o buraco de minhoca e o próprio buraco negro; pelo envelhecimento relativo entre os personagens.

O tempo está espacializado nos movimentos de Cooper pelo tesseracto tendo visões diferentes do quarto da filha, ou seja, o mesmo quarto em tempos diferentes.

A jornada mítica, homérica, do “Ulisses” do filme é uma viagem em que o tempo passa diferentemente do modo como passa para aqueles que deixou em sua terra de partida. Ulisses de Homero volta mais velho e reencontra, mais velhos, seu filho e sua esposa. No entanto, a viagem de Cooper em *Interestelar*, leva apenas algumas horas... E reencontra sua filha mais de 100 anos mais velha.

Se na física da Teoria da Relatividade Geral o espaço-tempo é uma geometria (não-euclidiana), nesta textualização cinematográfica temos outra construção: ele aparece pelos seus efeitos na relação com a experiência humana dos personagens e eventos.

A cultura visual da qual o cinema faz parte (científica, representativa, como língua da realidade) produz uma relação do sujeito com o conhecimento no eixo experiência/sentido (Larrosa Bondía, 2002). Não passa pelo eixo exposição de raciocínio-cálculo-argumento.

A experiência cinematográfica produz uma relação sujeito-conhecimento em que constrói o objeto de conhecimento em sua língua (em seu discurso) ao mesmo tempo em que constitui o sujeito na posição de telespectador (por identificação emocional e experiência estética).

Assim, *Interestelar* é um filme de ficção científica que se passa no espaço cósmico em grande escala (como Jornada nas Estrelas, por exemplo), mas cujo elemento físico central é o tempo. O tempo é simultaneamente o conceito de uma teoria física e experiência humana, emocional, estética.

Trata-se de um trânsito intracoletivo, do círculo esotérico dos especialistas, como Kip Thorne, para o exotérico (público em geral), no qual o que se modifica é o regime discursivo, o dizer o mesmo em outra materialidade, mas dizendo diferente, agora pelo conhecimento-experiência (Larrosa Bondía, 2002) proporcionado pelo cinema.

Isso muda a forma da mediação constitutiva entre sujeito e objeto de conhecimento, da argumentação/demonstração para a experiência, como apontaremos no próximo tópico.

À ciência, o filme, em efeito retroativo, possibilita experienciar seus objetos enquanto carne, ainda que ficcionalmente, ainda que especulativamente. Testar, não aos moldes do experimento, mas aos moldes de uma experiência humana provável, num laboratório artístico da indústria cultural norte-americana, “suposições educadas” e “especulações” (Thorne, 2014) que a teoria científica possibilita. Concordamos com Gomes (2017), que “o filme cria imagens científicas e ao mesmo tempo as vulgariza” (p. 140), imagens, e diríamos também situações e fenômenos na realidade do filme, ao mesmo tempo científicas e artísticas, produtos de equações matemáticas de uma teoria científica, e, ao mesmo tempo mitopoéticas, investidas “em conotações simbólicas relacionadas a angústias e preocupações humanas arcaicas construídas e veiculadas pela linguagem, como o tempo, a existência, as relações familiares (parentesco), e formas de sobrevivência na natureza hostil” (idem), que, como analisamos, a estrutura de repetição da antiga literatura mítica grega, contribuiu para produzir os efeitos.

Enquanto parte das atividades de produção, textualização e circulação de conhecimentos no âmbito da ciência popular, o filme é complementado pela produção simultânea do livro *The science of Interstellar*, de Kip Thorne (2014). O livro exemplifica o efeito retroativo que Fleck (2010) já apontava como aspecto da circulação/tráfego entre o círculo esotérico e o exotérico. Todos os tópicos ou capítulos do livro possuem um código que os diferencia e integra em três grandes categorias: “verdade”, “suposições educadas” e “especulações” (idem, p. 30). Não se pode dizer que Thorne não estava sendo físico quando atuou como consultor executivo do filme, mesmo que esta forma de comunicação, ou textualização cinematográfica de conhecimentos da TRG não seja aquela entre especialistas. Não se pode dizer também que não tenha havido produção artística nesta textualização, ou seja, mobilização de ideias que não se restringiram aos controles de significação rígidos da comunidade científica. O livro de Thorne deixa claro que ele produz ali interpretações sobre o filme, sobre ideias que vieram do diretor ou da equipe de produção, e, portanto, não dele como físico. De fato, suposições educadas e especulações também aparecem na forma de artigos científicos, da comunicação entre pares (especialistas) mais típico do círculo exotérico. Assim, a forma cinematográfica estabelece uma continuidade em relação a este círculo. No entanto, a escrita é outra (é cinematográfica), os interlocutores são outros e o efeito enquanto ao conhecimento, na qualidade de fato, é outro.

O sujeito do conhecimento, o sujeito da experiência

Larrosa Bondía (2002) desenvolve uma reflexão sobre a noção de experiência que consideramos importante para pensar a relação de conhecimento constituída pela textualização cinematográfica, que a epistemologia clássica vê como relação sujeito-objeto. Ele vai contrapor conhecimento-experiência a conhecimento-experimento. Segundo Larrosa Bondía (2002), “a experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca” (p. 21).

A experiência, para o autor, está relacionado a uma forma de relação com o sentido. Ele diz, as palavras, e poderíamos estender para os textos cinematográficos, “produzem

sentido, criam realidades e, às vezes, funcionam como potentes mecanismos de subjetivação” (idem, p. 21).

Ele não se refere ao sentido apenas como significado das palavras, mas à relação de mediação entre sujeito e mundo, sentido como o que se passa no sujeito. Assim, para o autor, a experiência é o que nos passa e não o que se passa ou aquilo que temos contato como informação.

Nessa relação de conhecimento como experiência, relação entre sujeito e objeto, o autor vai dizer que

“o sujeito da experiência seria algo como um território de passagem, algo como uma superfície sensível que aquilo que acontece afeta de algum modo, produz alguns afetos, inscreve algumas marcas, deixa alguns vestígios, alguns efeitos.” (idem, p. 24)

O autor lembra que a palavra experiência vem do latim provar. No entanto, na ciência moderna a experiência e a prova possuem outros sentidos. A experiência converteu-se em experimento.

“A experiência já não é o que nos acontece e o modo como lhe atribuímos ou não um sentido, mas o modo como o mundo nos mostra sua cara legível, a série de regularidades a partir das quais podemos conhecer a verdade do que são as coisas e dominá-las”. (p. 28)

A textualização cinematográfica do espaço-tempo curvo da TRG no filme *Interestelar* não tem a forma de uma demonstração, uma explicação, uma coerção argumentativa para dentro do estilo de pensamento da Física. Este objeto da TRG tem a forma de uma experiência, no sentido colocado por Larrosa Bondía (2002). Ainda que haja raros momentos de explicação, como quando Romilly explica a Cooper porque vêem uma esfera e não um buraco quando chegam perto do *buraco de minhoca*, a relação entre o espectador e o objeto de conhecimento se faz, por meio desta textualização, como experiência e não como experimento. Experiência textualizada, entre outros aspectos, como vimos, pelas costuras que a narrativa fílmica produz entre os três eixos-temáticos, o amor, a gravidade e o tempo.

Neste exemplar da ciência popular, o fato científico construído, o espaço-tempo curvo, torna-se carne, enquanto fato científico, na acepção de Fleck (2010), tornando-se emocionalmente experienciável enquanto realidade, mesmo que ficcional, mesmo que apenas na tela, na vida dos personagens. Textualização de conhecimento esta que estabelece a relação epistemológica sujeito-objeto como experiência e não como experimento (Larrosa Bondía, 2002).

Considerações finais

Buscamos descrever neste ensaio analítico um exemplar da produção cultural cinematográfica relacionado ao campo científico tomando como elemento central do nosso

dispositivo de leitura, as noções interligadas de *circulação* e *textualização*, pelas possibilidades que elas apresentam de construir análises que não separam forma e conteúdo, conhecimento e linguagem. Essas noções, no dispositivo mobilizado em nossa leitura, se especificaram pela natureza da materialidade deste artefato, a linguagem audiovisual.

Um objeto de conhecimento que na circulação esotérica da física tem sua textualização estruturada pela linguagem matemática, se textualiza em *Interestelar* pela linguagem cinematográfica. Textualização produzida por uma indústria de cultura que, análoga, mas não igualmente à produção no campo cultural da ciência, envolve uma costura específica de especialistas, práticas, tecnologias, tradição, memória, história, públicos e modos específicos de circulação. O espaço-tempo curvo da Física, este objeto de conhecimento, aparece assim, na circulação da ciência popular da qual este filme faz parte, como experiência estética, emotiva, pelo endereçamento ao leitor contemporâneo da cultura cinematográfica norte-americana grandemente internacionalizada.

Fleck (2010) já apontava há bastante tempo (lembrando que seu livro é de 1935), e de modo um tanto irônico, que

"A ciência popular é uma formação peculiar e emaranhada. Como a teoria do conhecimento especulativa nunca chegou a analisar o verdadeiro conhecimento, mas apenas uma imagem fantasiosa, a análise epistemológica da ciência popular

– ao menos pelo que sei – ainda está por ser feita. Aqui não é o lugar de preencher essa lacuna: contentamo-nos com algumas pinceladas" (idem, p. 165-166).

No sentido de "formar uma opinião pública e a visão de mundo" (idem, ibidem), a ciência popular, ainda segundo Fleck (2010), é parte do circuito de dependência intracoletiva do saber.

Pensamos ser relevante para a educação científica a análise da *circulação* e *textualização* do conhecimento por exemplares da ciência popular no sentido um possível caminho para preencher esta lacuna. A lacuna, ainda existente, apontada por Fleck (2010 [1935]), tem implicações importantes para a Educação em Ciências, principalmente se se deseja pensá-la e praticá-la como abordagem cultural.

Assim, a não separação entre forma e conteúdo, entre saber e linguagem, como dispositivo analítico, permitida pela mobilização da noção de textualização do conhecimento científico, pelas mais diversas produções culturais, se constitui como princípio metodológico deste possível caminho para preencher esta lacuna. Caminho este ainda a ser muito mais

bem desenvolvido e quem sabe articulado a outros caminhos que também aliam cognição e linguagem, cognição e cultura e pensam a cognição e o conhecimento como movimentos de dimensões sociais, culturais e históricas, não como localizados num sujeito mas nos textos discursos que nos interligam sócio-historicamente.

Ao focarmos na textualização do conhecimento, e não no conteúdo propriamente dito, pensamos também estar contribuindo indiretamente para “construirmos estratégias de ensino que englobam outras textualizações, no caso, audiovisuais, também como fins educacionais e não apenas como meios” (Ramos e Silva, 2014), no sentido de pensar a formação histórico-cultural dos leitores de ciência, (auto)constituição de seus posicionamentos enquanto sujeitos.

Referências

- ALMEIDA, M. J. **Cinema: arte da memória**. Campinas, SP: Autores Associados, 1999.
- BARRETO, M. Cinema, ciência e percepção. **ARS**, São Paulo, 12, n. 4, p. 99-115, 2014.
- BARTUSIAK, M. **Black hole**: how an Idea abandoned by Newtonians, hated by Einstein, and gambled on by Hawking became loved. New Haven: Yale University Press, 2015.
- BORDWELL, D.; THOMPSON, K. **A arte do cinema**: uma introdução. Campinas: Editora da Unicamp; São Paulo: Editora da USP, 2013.
- FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.
- GOMES, E. A imagem científica no filme *Interestelar*. **Significação**, São Paulo, v. 44, n. 48, p. 118-141, jul-dez. 2017.
- HOMERO. **Odisseia**. Tradução: Christian Werner. São Paulo: Ubu editora, 2018.
- Interestelar** (Interstellar). Dir.: Christopher Nolan. Paramount Pictures & Warner Bros. Pictures, 2014.
- LARROSA BONDÍA, J. Notas sobre a experiência e o saber da experiência. **Revista Brasileira de Educação**, n. 19, p. 20-28, 2002.
- ORLANDI, E. **Discurso e texto**. Campinas, SP: Pontes, 2005.
- PIASSI, L. P. Clássicos do cinema nas aulas de ciências: a Física em 2001: Uma odisséia no espaço. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 19, n. 3, p. 517-534, 2013.
- PIASSI, L. P. e PIETROCOLA, M. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de ‘encontrar erros em filmes’. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.35, n.3, p. 525-540, set./dez. 2009.
- RAMOS, M. B.; SILVA, H. C. Educação em ciência e em audiovisual: olhares para a formação de leitores de ciências. **Cadernos Cedes**, Campinas, v. 34, n. 92, p. 51-67, jan.-abr. 2014.

REZENDE FILHO, L. A. C.; PEREIRA, M. V.; VAIRO, A. C. Recursos Audiovisuais como temática de pesquisa em periódicos brasileiros de Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 2, p. 183-204, 2011.

SILVA, H. C. A noção de textualização do conhecimento científico: veredas pelos Estudos da Ciência, conexões pela Educação em Ciências. In: ____ (Org.). **Ciências, seus textos e linguagens: ensaios sobre circulação e textualização de conhecimentos científicos e matemáticos**. 1a ed. Curitiba: CRV, 2019, p. 15-34.

SILVA, H. C. Ciência, política, discurso e texto: circulação e textualização: possibilidades no campo da educação científica e tecnológica. **Ciência & Ensino (Online)**, v. 3, n. 1, Especial 18 anos do gepCE, 2014, p. 72-94.

TEIXEIRA, A. S. **Buracos negros na linguagem audiovisual da ficção científica: análise de Jornada nas Estrelas**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Florianópolis: PPGET/UFSC, 2019.

THORNE, K. **Black holes & time warps**. New York: W.W. Norton & Company, 1994.

THORNE, K. **The Science of Interstellar**. New York: W.W. Norton & Company, 2014.

TRÓPIA, G. e PINTO NETO, P. C. Produções artístico-culturais com educação em ciências: embrutecimento ou emancipação intelectual? **Enseñanza de las ciencias**, n. Extraordinário, 2017, p: 5047-5051.

Sobre os autores

Henrique César da Silva

Licenciado em Física (Unicamp, 1992), mestre (Unicamp, 1995) e doutor (Unicamp, 2002) em Educação. Professor do Departamento de Metodologia de Ensino do Centro de Ciências da Educação e do PPGET – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC. Coordenador do grupo de pesquisa FLUXO: Circulação e Textualização da Ciência e Educação Científica do PPGET/UFSC.

E-mail: henrique.c.silva@ufsc.br

CINEMATOGRAPHICAL TEXTUALIZATION OF THE SPACE-TIME CURVATURE OF THE THEORY OF GENERAL RELATIVITY IN INTERSTELLAR MOVIE

Abstract

We analyze how Theory of General Relativity's spacetime curved is textualized in cinematographic language by the *Interstellar* movie. Methodologically, working on the non- separation between form and content, the analyzes are based on three interrelated categories: narrative, elements of cinematographic language and the opposition *knowledge experience / knowledge experiment*. In the narrative, we

identify three thematic axes: love, gravity and time, whose intersections in cinematographic text (planes, cuts, characters, audio relation and images, speech and other sounds) produce meaning effects related to the spacetime curvature of general theory of relativity. We discuss how this textualization places the reader (subject of knowledge) in relation to the concept of spacetime curvature in the form of knowledge-experience rather than knowledge-experiment. Implications for Science Education and audiovisual education are discussed.

Keywords: textualization; movie; theory of general relativity; spacetime curvature; cultural artifact.

TEXTUALIZACIÓN CINEMATOGRÁFICA DE LA CURVATURA ESPACIO-TIEMPO DE LA TEORÍA GENERAL DE LA RELATIVIDAD EN LA PELÍCULA INTERESTELAR

Resumen

Analizamos cómo la película *Interestelar* textualiza el espacio-tiempo curvo de TRG en lenguaje cinematográfico (audiovisual). Metodológicamente, trabajando en la no separación entre forma y contenido, los análisis se basan en tres categorías interrelacionadas: narrativa, elementos del lenguaje cinematográfico y la experiencia del conocimiento de la oposición / experimento de conocimiento. En la narración, identificamos tres ejes temáticos: amor, gravedad y tiempo, cuyas intersecciones en el texto cinematográfico (planos, cortes, personajes, relación de audio e imágenes, habla y otros sonidos) producen efectos de significado relacionados con el espacio-tiempo curvo de TRG. Discutimos cómo esta textualización coloca al lector (sujeto de conocimiento) en relación con el concepto de espacio-tiempo curvo en forma de conocimiento-experiencia en lugar de conocimiento-experimento. Se discuten las implicaciones para la educación científica y la educación audiovisual.

Palabras clave: textualización, película, teoría general de la relatividad, curvatura del espacio-tiempo, producción cultural.