

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

MONIQUE DE SOUZA

**O ENSINO DE FÍSICA E O USO DE FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA: UMA
ESTRATÉGIA INFORMAL DE EDUCAÇÃO**

MARINGÁ

2017

MONIQUE DE SOUZA

**O ENSINO DE FÍSICA E O USO DE FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA: UMA
ESTRATÉGIA INFORMAL DE EDUCAÇÃO**

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Física.

Orientador: Professor Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves

MARINGÁ

2017

MONIQUE DE SOUZA

**O ENSINO DE FÍSICA E O USO DE FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA: UMA
ESTRATÉGIA INFORMAL DE EDUCAÇÃO**

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciada em Física.

BANCA EXAMINADORA:

Professor Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves - Orientador
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Professor Dr. Breno Ferraz de Oliveira
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Professora Dra. Francielle Sato
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Maringá, 27 de junho de 2017

“Educação não transforma o mundo.

Educação muda pessoas.

Pessoas transformam o mundo”.

(Paulo Freire)

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, por ter me guiado e me dado forças durante todos os dias.

Aos meus pais e ao meu irmão, em específico a minha mãe, pelo apoio durante toda a minha graduação.

Ao meu noivo, Regis, por todo carinho, compreensão e sobretudo pelo incentivo dado nas horas difíceis.

Ao orientador, Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves, pelo auxílio e orientação durante a graduação e na realização deste trabalho.

Ao Programa de Educação Tutorial por sua valiosa contribuição em minha formação, pelos conhecimentos e experiências proporcionados.

E, finalmente, a todos que contribuíram de maneira direta ou indireta para a minha formação.

RESUMO

Diante da situação em que se encontra o ensino de Física nos dias hoje, faz-se necessário repensar as metodologias adotadas em sala de aula. O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de utilização de filmes de ficção científica nas aulas de Física. Levando em consideração os fenômenos físicos que estão presentes nos filmes pode-se trabalhar temas específicos de Física e ao mesmo tempo utilizar algumas cenas para explorar assuntos interdisciplinares. A ficção científica nos proporciona discutir assuntos como ciência, tecnologia e sua influência na sociedade. Buscando desenvolver esse objetivo apresentamos e analisamos alguns filmes que podem ser utilizados pelos professores de Física em suas aulas.

Palavras-chave: Ensino de Física. Ficção científica. Filmes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem de divulgação do filme “Gravidade”.....	23
Figura 2 – Kowalski movimentando-se no espaço.....	24
Figura 3 – Ryan tentando sair da ISS.....	25
Figura 4 – Bolas de fogo flutuando.....	25
Figura 5 – Lágrimas flutuando.....	26
Figura 6 – Imagem retirada do vídeo <i>Tears in Space (Don't Fall)</i>	27
Figura 7 – Imagem de divulgação do filme “O Aprendiz de Feiticeiro”.....	28
Figura 8 – Laboratório com as bobinas do tipo Tesla.....	29
Figura 9 – Gaiola de Faraday do filme.....	30
Figura 10 – Anéis feitos de material condutor, permitindo a passagem de corrente elétrica...30	
Figura 11 – Anéis feitos de material condutor, permitindo a passagem de corrente elétrica...31	
Figura 12 – Imagem de divulgação do filme “X-Men: Apocalipse”.....	32
Figura 13 – Cena em que Magneto manipula magneticamente um objeto.....	33
Figura 14 – Magneto sentindo o metal do solo.....	34
Figura 15 – Linhas campo magnético no filme.....	34
Figura 16 – Imagem de divulgação do filme “Interestelar”.....	35
Figura 17 – Representação do buraco de minhoca no filme.....	36
Figura 18 – Representação do buraco negro do filme.....	37
Figura 19 – Onda gigante no planeta de Miller.....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE FÍSICA.....	11
2.1	O ensino de Física nos dias de hoje.....	11
2.2	Os filmes de ficção científica auxiliando no ensino.....	13
2.3	Fatores que influenciam na utilização de filmes.....	18
3	ALGUNS PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS ADOTADOS.....	20
4	TÓPICOS DE FÍSICA E ALGUMAS DE SUAS INSERÇÕES NOS FILMES.....	22
4.1	Mecânica.....	22
4.1.2	Gravidade.....	22
4.2	Eletromagnetismo.....	27
4.2.1	O Aprendiz de Feiticeiro.....	28
4.2.2	X-Men: Apocalipse.....	31
4.3	Física Moderna.....	34
4.3.1	Interestelar.....	35
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
	REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física em pleno o séc. XXI ainda é marcado por uma metodologia tradicional, o professor passa o conhecimento e o aluno apenas recebe passivamente, sendo o foco principal a transmissão de conteúdos. Um ensino com extrema ênfase na aplicação e memorização de equações e conceitos, uma matematização exagerada, sem nenhuma reflexão ou compreensão do conhecimento. Tais circunstâncias contribuem para que a curiosidade, a imaginação e a liberdade de expressão do estudante sejam eliminadas do contexto escolar, e conseqüentemente, os leva a não compreenderem a Física e a sentirem-se desmotivados e desinteressados em aprendê-la.

Como comenta Neves:

Dão-lhe aulas sobre as coisas do mundo, mas dar-lhe aulas não é estabelecer uma compreensão singular efetiva. No processo da reflexão, e do mundo que dela emerge, captamos sujeitos revoltados com a memória, com a matematização excessiva (no pior sentido dessa matematização: o ensino formulístico), com a desmotivação, com a falta de embasamento e com a falta de liberdade para uma visão autêntica de mundo no debate com os pares. A imaginação, fenômeno singular, é varrida dos bancos escolares. [...] No calabouço da incompreensão, da distância infinita das fontes originais do conhecimento, a ciência esvazia-se de seu significado primeiro, construindo, através da perpetuação da acumulação e da assimilação passiva de seus conhecimentos, um mundo ficcional de compreensões aparentes e de repetições mecânicas, estas sim verdadeiramente efetivas e eclipsadoras do conhecimento real. (NEVES, 1992, p. 215-216).

Observando as condições atuais do ensino de Física percebemos que é necessário repensar a metodologia adotada pelos professores, romper com o ensino tradicional e desenvolver novas estratégias que provoque mudanças no processo de ensino-aprendizagem, capaz de torná-lo mais motivador e eficaz.

O cinema tem-se desenvolvido cada vez mais, em razão do avanço tecnológico, encontrando-se em pleno vigor no século atual. Ele representa um importante meio de lazer e divulgação de informações, que suscita o interesse e a curiosidade dos jovens. A atração dos jovens pelos filmes pode ser um aliado do professor, sendo possível utilizá-lo como um apoio ao seu trabalho educacional, um recurso de aproximação, para despertar o interesse e a motivação pelo conhecimento. Além do mais, por meio dos filmes é possível exemplificar alguns temas que são mais difíceis de serem compreendidos sem um recurso audiovisual e trabalhar a interdisciplinaridade.

Os filmes de ficção científica podem ser usados como uma ferramenta didática. Entretanto, é importante notar que os fenômenos físicos presentes nesses filmes nem sempre

estão corretos, existem incoerências entre aquilo que é apresentado e o que acontece na realidade, no entanto, esses “erros” conceituais algumas vezes não são equívocos para o autor. De acordo com Piassi e Pietrocola (2009, p. 527) “não é possível ignorar que a obra ficcional segue suas próprias leis: aquilo que um cientista consideraria um erro pode constituir uma estratégia narrativa fundamental para que a história atinja o efeito pretendido pelo autor”.

No presente trabalho apresento uma proposta de utilizar filmes de ficção científica como recurso didático pedagógico para o ensino de Física. Por meio dos fenômenos físicos que são apresentados nos filmes pode-se explorar as concepções dos estudantes e dos professores sobre temas específicos, criando assim uma estratégia informal de estudar Física, um ambiente descontraído e que desperta a curiosidade dos estudantes. Juntamente podemos aproveitar para discutir questões relacionadas a ciências, tecnologia e sua influência na sociedade. Com o intuito de tornar o estudante um indivíduo crítico, que, não só que consiga compreender a Física subjacente nos filmes de ficção científica, como também, criticar e posicionar-se sobre outros temas presentes nestas obras.

Selecionamos para o presente trabalho os seguintes temas de Física: Mecânica, Eletromagnetismo e Física Moderna. Partindo desses temas, escolhemos os filmes:

- Mecânica: “Gravidade”.
- Eletromagnetismo: “O Aprendiz de Feiticeiro” e “X-Men: Apocalipse”.
- Física Moderna: “Interestelar”.

Tendo em mente essa finalidade, este trabalho foi dividido em 5 capítulos. Neste primeiro capítulo, realizamos algumas considerações iniciais, apresentamos o objetivo do trabalho e o modo como ele está dividido.

No segundo, realizamos uma breve discussão teórica sobre como os filmes de ficção científica pode auxiliar o professor a mudar sua prática pedagógica, melhorando o processo de ensino-aprendizagem e justificando a proposta deste trabalho por meio de alguns documentos oficiais presentes na legislação brasileira, e, além disso, expomos alguns fatores que influenciam diretamente na sua utilização em sala de aula.

No terceiro capítulo, explicamos os critérios e metodologias adotados para a escolha dos filmes que serão analisados.

No quarto capítulo, desenvolvemos uma discussão sobre cada tema da Física e os filmes que podem ser utilizados para esses temas, especificando as cenas ou trechos que possuem os fenômenos físicos ou aspectos com potencial para serem trabalhados em sala de aula pelos professores no ensino de Física.

E finalizamos com algumas considerações pertinentes à temática aqui explorada.

2 FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE FÍSICA

A princípio pode parecer um pouco estranho relacionar filmes e ensino de Física. A palavra “filmes” nos lembra de entretenimento, momentos de lazer, enquanto ensino de Física, para a maioria das pessoas traz lembranças de muitas listas de exercícios, cálculos complicados e diversas equações. Então antes de apresentar o uso de filmes de ficção científica como um recurso didático pedagógico para o ensino de Física é necessário realizar um desenvolvimento teórico que fundamente o seu uso em sala de aula.

2.1 O ensino de Física nos dias de hoje

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) considera o ensino médio como etapa final da educação básica e define como uma de suas finalidades o “aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico”, ainda estabelece que os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação podem ser por meio de atividades teóricas e práticas, provas orais e escritas, seminários, projetos e atividades on-line, que leve o educando a ter domínio dos princípios científicos e tecnológicos que estão presentes na sociedade contemporânea, relacionando a teoria com a prática.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) têm por objetivo orientar o professor, na busca de novas abordagens e metodologias dentro de suas respectivas áreas. Segundo esse documento o professor deve ser um mediador da construção do conhecimento, priorizando o desenvolvimento competências básicas, que situem o estudante como sujeito formador de seu conhecimento. Propõe-se para o estudante “no nível do Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização” (BRASIL, 2000, p. 5). Esse documento ainda reforça: “Não há o que justifique memorizar conhecimentos que estão sendo superados ou cujo acesso é facilitado pela moderna tecnologia. O que se deseja é que os estudantes desenvolvam competências básicas que lhes permitam desenvolver a capacidade de continuar aprendendo.” (BRASIL, 2000, p. 14).

Baseando-se nessa perspectiva de ensino o PCN realça a importância da contextualização e interdisciplinaridade do conteúdo. Para esse documento a contextualização do conteúdo que vai ser ensinado é um recurso que a escola tem para retirar o estudante da

situação de um simples espectador passivo e fazê-lo participar ativamente da construção do conhecimento, refletindo sobre sua realidade, pois pode-se considerar que todo conhecimento envolve uma relação direta entre sujeito e objeto. Em relação a interdisciplinaridade, o documento diz que ela deve ter origem da necessidade que os professores e estudantes tem de explicar, compreender, intervir, mudar algo que desafia uma disciplina e atrai a atenção de um ou mais olhares.

No que se refere especificamente ao ensino de Física o PCN nos diz:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. (BRASIL, 2000, p. 22).

Como podemos observar na citação acima, o ensino de Física deve dar condições ao estudante de compreender o mundo, os fenômenos naturais, a ciência e os equipamentos tecnológicos presentes em seu cotidiano, entre outras coisas. A ciência é muito importante em nossa vida, o mundo está cada vez mais científico e tecnológico, e é essencial entender que ela não é neutra e imutável, que transmite visões de mundo, algo que modifica-se com o passar do tempo, que é construído de acordo com as necessidades da época. O conhecimento científico vem sendo construído “ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas sendo impulsionado” (BRASIL, 2002, p. 59). Quando o estudante entende o contexto ele reconhece a necessidade daquele conhecimento, encarando os problemas como um desafio real e não apenas equações a serem memorizadas (OLIVEIRA, 2010).

Entretanto, o que ocorre atualmente, e há muito tempo, é um ensino de Física opressor, baseado em memorização de leis, conceitos, símbolos e equações, com pouco sentido para os estudantes. Passados para eles como algo invariável e inquestionável. Um ensino superficial que não valoriza a participação ativa do estudante, levando-o a uma incompreensão dos fenômenos físicos, como nos diz Neves em um artigo do ano de 1992, isto é, vinte e quatro anos atrás:

Uma das características do ensino de Física é o ensino sequenciado e linear de uma mecânica pós-galileana (seria melhor dizer, pós-newtoniana), seguida ou alicerçada por um formalismo matemático básico (formulístico), memorizativo, certo (no sentido cartesiano do termo) e, todavia, **inútil**.

Inútil, pois, graduandos, graduados, professores em exercício continuam a utilizar, frequentemente, uma mecânica que não ultrapassou a idade helênica ou medieval. Esses paralelismos podem ser casuísticos. Acredito mesmo que sejam não-causais, ou seja, que o pensamento humano não recapitula a história (da ciência) humana. Porém, é **fato** o abismo que existe entre a compreensão e a apreensão dos fenômenos físicos. A compreensão fica obscurecida por um “dublê” denominado **apreensão de conteúdos**, que passa a indexar os fenômenos físicos. Na **compreensão**, há uma apropriação do objeto de estudo em direção a um “diálogo” que busca a elucidação; na **apreensão**, há uma perspectiva perturbadora de coisas que nunca se desvelam para o conhecimento efetivo. (NEVES, 1992, p. 217, grifo do autor).

Percebemos que apesar de existirem atualmente alguns documentos para orientar o ensino de Física, nossa realidade educacional ainda continua com os mesmos problemas do passado, o estudante somente decora os conteúdos para tirar nota, não os compreendendo realmente. De La Rocque (2012, p. 73) afirma que o principal “desafio que se apresenta nos últimos anos, para o Brasil e outros países no mundo, é superar a simples escolarização dos cidadãos e oferecer condições para que os mesmos possam resolver questões práticas com base nas evidências científicas”. Assim, é necessário pensar em novas estratégias de ensino, que modifiquem essa situação atual.

2.2 Os filmes de ficção científica auxiliando no ensino

A ciência se faz presente na vida humana, sendo essencial compreendê-la. Os jovens da sociedade atual estão inseridos em um mundo de científico, recebendo informações a todo o momento por diversos meios (televisão, internet, revistas, jornais, entre outros). O professor não pode ignorar essa realidade, agindo como se os estudantes não tivessem informação alguma, separando a vivência dos jovens e a escola. Os estudantes trazem para a sala de aula dúvidas a respeito das informações obtidas pela mídia audiovisual, e pertence ao professor a responsabilidade de dialogar e tentar esclarecer essas dúvidas. Muitas vezes, os jovens possuem dúvidas a respeito da ficção científica, algum conteúdo que viu em um filme ou em um programa televisivo, e o professor tem de fazer a separação entre a ficção e os conceitos científicos.

O professor deve agir de acordo com a realidade atual, utilizar esta cultura midiática dentro da sala de aula, para contextualizar e/ou problematizar o conhecimento, pois dessa maneira, o estudante sente-se desafiado a resolver um problema ou entender algo que tem

uma conexão com a realidade. Quando os estudantes não entendem a ciência e seus produtos presentes em nossa realidade, o grau de alienação dos mesmos cresce. Segundo Freire (1987)

Quanto mais se problematizam os educandos como seres no mundo e com o mundo, tanto mais se sentirão desafiados, quanto mais obrigados a responder ao desafio. Desafiados, compreendem o desafio na própria ação de captá-lo. Mas, precisamente, porque captam o desafio como um problema em suas conexões com os outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isto, cada vez mais desalienada. (FREIRE, 1987, p.70 apud DE LA ROCQUE, 2012, p. 76).

De acordo com Oliveira (2010, p. 122) um possível motivo para que o estudante não compreenda a Física é a sua descontextualização, “Os conceitos e algoritmos são usualmente ensinados: destacados do contexto histórico no qual foram criados; distantes do contexto cultural no qual o aluno está inserido; e, desligados da visão de mundo no qual fazem sentido”. Reduzindo o ensino de ciências a puramente uma linguagem matemática. Se o estudante não compreende como utilizar os elementos para atuar no mundo, ele vai se desinteressar.

Infelizmente, no currículo de ciências não há espaço para a história da ciência

A forma como a Física é tratada na escola é particularmente a-histórica e recheada de "elementos mágicos", no sentido de que todas as descobertas ou construções científicas parecem ter sido feitas em momentos de genialidade e completamente desligadas de um rico contexto histórico anterior. (NEVES et al, 2000, p. 92, tradução nossa).

O ensino de Física atualmente vivencia uma situação de crise, esta, sendo gerada por uma memorização massiva de conteúdos, distantes de seus contextos e aplicações práticas, um modelo tradicional de ensino, centrado na exposição do professor e na assimilação passiva do estudante. Uma possibilidade de tentar mudar este cenário é o uso de filmes de ficção científica no processo de ensino-aprendizagem de Física. Esta proposta coloca o professor na condição de mediador do conhecimento e incentiva o estudante a desenvolver um papel ativo no seu aprendizado, como nos diz Xavier:

Propomos o uso do cinema no ensino-aprendizado da Física como uma alternativa para romper com a barreira do tradicional e situar o professor numa pedagogia crítica e dialógica na qual os alunos saem do papel de meros receptores e reprodutores dos conteúdos que lhes são impostos e passam a ser sujeitos ativos na construção do saber. Ao analisar conjuntamente as cenas dos filmes, professor e alunos constroem o conhecimento da Física, considerando as experiências de ambos. O professor passa, assim, à condição de mediador e um dos interlocutores no processo de construção do conhecimento. Nesta proposta pedagógica, educador e educandos mantêm uma relação horizontal e afetiva voltada à produção de saberes

crítico-propositivos, contextualizados, enfim, dotados de sentido. (XAVIER et al, 2010, p. 95).

A utilização de filmes de ficção científica pode servir como instrumento para inúmeros trabalhos educativos, uma vez que por meio da ficção científica o homem expõe e problematiza diversas questões. Porém, durante a análise dos artigos relacionados a esse tema foi possível perceber que a maioria dos trabalhos é simplesmente para despertar o interesse dos estudantes ou esclarecer de maneira mais simples e compreensiva alguns conceitos que são de difícil compreensão.

Incorporar os filmes de ficção científica nas aulas de Física para trabalhar apenas conceitos físicos, é aproveitar muito pouco. Ao usar filmes de ficção científica como uma ferramenta didática é possível levantar questionamentos de informações adquiridas pelos estudantes por meio desse gênero, promovendo um diálogo entre diferentes conhecimentos, artes, ciências e tecnologia. Mediante esse diálogo o estudante é incentivado a participar, criticar, julgar e se posicionar. De acordo com De La Rocque (2012, p.74) “A proposta da discussão do diálogo entre saberes, tais como ciência, arte e literatura, nas escolas públicas, visa ampliar a compreensão desses saberes para a sociedade, extraindo possibilidades nas formas tradicionais de compartilhar conceitos.”.

O estudo da ficção científica pode proporcionar discussões a respeito da ciência e suas visões, essas discussões permite o estudante fazer escolhas e “pode levar o jovem a experimentar a existência de uma perspectiva diferente, entendendo, dentre outras percepções, de que forma a ciência atua na sociedade e a sociedade, na ciência” (OLIVEIRA, 2010, p. 145).

De La Rocque afirma:

Mais que estratégia de encantamento, e de envolvimento afetivo, as obras de ficção podem contribuir para educar cidadãos para um pensamento crítico, para conjecturar, praticar a apreensão, a dúvida e promover comparações e questionamentos sobre o contexto social da sociedade em que estão inseridos, levando, por exemplo, a pensar que situações sociais de desigualdade não necessariamente têm que assim permanecer. (DE LA ROCQUE, 2012, p. 79).

Piassi e Pietrocola (2007a) assumem que o gênero da ficção científica deve ser considerado como um discurso social sobre a ciência, que expressa questões, interesses e preocupações atuais a respeito do desenvolvimento científico e tecnológico. A ficção científica é meio de difusão “das preocupações humanas que a ciência e a tecnologia suscitam, tornado-a um canal para a abordagem não apenas de fenômenos e leis científicas,

mas da própria natureza da atividade científica e tecnológica e de sua relação com a sociedade”. Para esses autores (2009) o gênero da ficção científica não possui uma relação direta com a ciência, mas aplica uma racionalidade do tipo científica para criar pressupostos sobre a realidade.

Analisar filmes de ficção científica em sala de aula proporciona um ambiente com caráter interdisciplinar, em que é possível abordar diversos assuntos, como questões sobre os avanços da ciência, questões políticas, sociais, culturais, históricas, artísticas, dentre outros.

[...] trazer o universo da ficção científica para a sala de aula [...] suscita um debate sobre as implicações sociais das possíveis descobertas, invenções e fenômenos concebíveis. Põe em questão a tecnologia, que é fundamental na vida, que está visceralmente ligada à ciência. O uso da ficção científica é um meio de tratar de questões sociais e tecnológicas sem *ensinar tecnologia*, sem converter o ensino de ciências em um curso de tecnologia, mas enfocando-o como uma reflexão sobre o presente para um pensar-agir no futuro. (PIASSI, p. 158-159, 2013, grifo do autor).

A ficção científica é um gênero que tenta elaborar o futuro, fazendo uma reflexão profunda do nosso próprio presente e projetando os nossos anseios e receios em relação a ciência. Ela imagina algo que nunca existiu, uma inovação, mas que tem a possibilidade de existir no futuro, de ser aplicado fora da ficção, pois está dentro de lógica racional, estabelecendo uma relação com o mundo real. A ficção científica possui a sua própria maneira de falar sobre ciências, por isso ela é didática, porque ela transmite ideias, mas não tentando explicar o que é ciência ou os conceitos científicos, ainda que isso possa ocorrer. “O que ela veicula, acima de tudo, são as questões que incomodam ou estimulam as pessoas, e que são questões originadas na ciência e na nossa relação sociocultural com ela.” (PIASSI e PIETROCOLA, 2009, p. 536).

Devemos ultrapassar a utilização de filmes de ficção científica como uma simples estratégia de ensino para facilitar o aprendizado de conceitos, seu potencial didático vai muito além do que um simples recurso pedagógico. Leroy Dubeck, um dos principais autores que propõe a utilização de ficção científica em sala de aula, comenta como os filmes pode auxiliar no aprendizado de ciências. Para ele,

[...] o uso de tais filmes pode ajudar os estudantes a aprender ciência de várias maneiras:

1. Os princípios científicos ilustrados ou violados em um filme serão melhores entendidos pelos estudantes do que se fossem apresentados apenas através das abordagens tradicionais. As fórmulas matemáticas e as descrições dos livros-texto frequentemente são confusas. É mais fácil, para os estudantes, entenderem princípios científicos abstratos quando eles são diretamente visualizados. Em suma, os filmes podem fazer o abstrato compreensível de uma forma atrativa.

2. Exibir um filme e discuti-lo aperfeiçoa o entendimento da ciência tanto como um processo racional quanto como um processo de descoberta. Isso auxilia os estudantes a aprenderem abordagens científicas de problemas e a identificar abordagens pseudocientíficas.
3. Os filmes, ao apresentarem a ciência em uma situação dramática e relacioná-la a questões socialmente significantes, tornam a ciência mais relevante aos estudantes.
4. Os filmes, muitas vezes, lidam com os temas científicos sob a perspectiva de muitas disciplinas. Conseqüentemente, o estudante não cientista vivencia a ciência em um contexto interdisciplinar. Isso é valioso porque, no “mundo real”, as situações raramente são restritas a uma única disciplina (DUBECK et al, 1993, p. 47 apud PIASSI, 2013, p. 154).

Um enfoque que não é muito explorado, proposto por Neves et al. (2000), é o uso dos fenômenos físicos presente nos filmes de ficção científica como uma ferramenta didática para explorar o desenvolvimento da história da ciências e juntamente investigar as ideias de senso comum dos estudantes e dos professores. Busca-se relacionar a Física que os estudantes tem contato em seu dia-a-dia com a evolução dos conceitos físicos, para assim, melhorar o aprendizado dos estudantes.

O professor deve entrelaçar o conhecimento físico que o estudante vivencia em seu cotidiano com o da escola para que eles se auxiliem ou criem um conflito que leve o estudante a refletir. Somente quando o estudante consegue utilizar o conhecimento estudado para interpretar e compreender a realidade é que ocorre uma aprendizagem efetiva.

De acordo com Peduzzi uma aprendizagem significativa em Física é entendida

[...] como aquela na qual o aluno chega a uma solução, estabelecendo uma relação entre a sua estrutura cognitiva e a proposição de problemas advindos dos fenômenos físicos que ele vivencia no seu cotidiano, pode ocorrer ao pensarmos na resolução de um problema com enunciado aberto, que envolve dois carros numa perseguição. Uma situação recorrente em filmes de ação, na qual o aluno poderia constatar, por exemplo, que nas condições reais, que são apresentadas no tempo e no espaço dialético do filme, os carros jamais se encontrariam. A constatação que determinada situação só é possível no espaço da arte cinematográfica, nos aponta uma compreensão significativa sobre os fenômenos físicos e as leis que regem estes fenômenos e não apenas para uma resolução mecânica de um problema. (PEDUZZI, 2001 apud SILVA JUNIOR e NEVES, 2014, p. 6).

O conhecimento físico é altamente estruturado. Para entendê-lo é necessário reconstruir os conceitos de forma a compreender a realidade. Segundo o PCN “a aprendizagem significativa pressupõe a existência de um referencial que permita aos alunos identificar e se identificar com as questões propostas” visando “gerar a capacidade de compreender e intervir na realidade, numa perspectiva autônoma e desalienante” (PCN, 2000, p. 22).

Assistir a um filme e ter a capacidade de discernir entre fenômenos reais e modificados, de analisar, de criticar e de tomar partido, indica que houve um crescimento intelectual, uma aprendizagem efetiva. O indivíduo torna-se crítico em relação ao conhecimento, e é esse olhar crítico que concretiza a aprendizagem.

Os atos genuinamente educativos são aqueles que influenciam nossa postura frente à vida, impulsionando-nos a pensar e agir de modo diferente se comparado à postura fatalista e acomodada (OLIVEIRA, 2010, p. 24).

2.3 Fatores que influenciam na utilização de filmes

Os filmes enquanto recurso educacional despertam o interesse dos estudantes, pois possuem a vantagem dos efeitos especiais e de uma linguagem mais simples que a literária, além de ser de fácil acessibilidade. Contudo, o professor pode enfrentar algumas dificuldades ao exibi-los em sala de aula, uma delas é que frequentemente os filmes são de longa duração (mais de duas horas) (PIASSI e PIETROCOLA, 2007b), sendo necessário um tempo que na maioria das vezes o professor de Física do ensino médio não possui, devido à sobrecarga de trabalho, pois atualmente existe uma grade curricular de Física com um grande número de conteúdos a serem trabalhados e poucas tempo para fazer isso.

Para que os filmes ajudem os estudantes a compreender a Física não basta apenas exibi-los, apresentar filmes sem uma conexão com os objetivos que se pretende alcançar. É imprescindível que o professor organize e prepare uma metodologia adequada para a exibição do filme, faça um planejamento com antecedência e defina os métodos que vai utilizar, de acordo com os objetivos pretendidos, para não negligenciar conteúdos importantes.

Realizar uma análise de uma obra antes de levá-la para a sala de aula tem o objetivo de identificar as possibilidades de discussão que a história pode trazer. Durante a pré-análise é relevante compreender um pouco sobre a linguagem cinematográfica, pois acrescentará qualidade ao uso de filmes em sala de aula. Para Silva Junior e Neves (2014) antes de utilizar um filme enquanto recurso didático pedagógico é necessário que o professor entenda as obras fílmicas como uma produção que predomina a liberdade de criação, sob uma concepção artística e comercial. Quando um cientista analisa uma obra de ficção científica ele pode encontrar situações, que de acordo com o seu ponto de vista e formação, podem ser identificados como “erros”, enquanto para o autor da obra as mesmas situações constituem uma estratégia de se contar uma história (DE LA ROCQUE, 2012).

O educador precisa estar bem preparado para utilizar filmes, sentir-se seguro para relacionar os filmes com os conhecimentos que se pretende ensinar, deve encontrar nos filmes as cenas que leve o estudante a refletir sobre as informações ali presentes. Tem de assumir um papel de mediador crítico, direcionar o estudante para a obtenção do conhecimento, analisando um fenômeno real ou um fenômeno modificado. “Somente quando o professor for capaz de ver algo além da superfície é que poderá mostrar aos alunos aquilo que não é imediatamente visível, de levá-los a refletir sobre a própria construção de seu conhecimento” (PIASSI e PIETROCOLA, 2009, p. 538).

Piassi (2013) explicita que é fundamental que o professor tenha um olhar crítico ao escolher uma obra, ela deve levar a reflexões que, simultaneamente, façam sentido para os estudantes, mas que, também, os levem a dar passos adiante. Obras que possuam coisas novas, porém não tão difíceis de serem compreendidas e nem tão óbvias que não exija esforços algum por parte dos estudantes, sempre provocando o aluno a participar, a decifrar as questões e nunca somente depositando conteúdos.

3 ALGUNS PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS ADOTADOS

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver uma proposta para o ensino de Física utilizando os filmes de ficção científica. Trabalhar temas específicos de Física e assuntos relacionados à ciência, tecnologia e sociedade, mediante as cenas exibidas nos filmes, propiciando uma maneira informal de estudar Física e motivando o estudante a construir o seu conhecimento. “Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir.” (BRASIL, 2002, p. 61).

A Física é a ciência que estuda a natureza nos seus aspectos diversos, “O conhecimento físico/científico nos possibilita entender a natureza, o mundo físico, os fenômenos naturais, presentes no nosso dia a dia” (SILVA JUNIOR e NEVES, 2014, p. 5). Ao ser trabalhada nas escolas frequentemente a Física se divide em termos de conceitos centrais, isto é, em campos específicos como Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo (BRASIL, 2002, p. 61). No entanto ela possui outros campos como Ondulatória, Física Moderna e Contemporânea, e ainda, pode contribuir na explicação de fenômenos que ocorrem em outras ciências da natureza como a Química, a Biologia e a Astronomia.

Os instrumentos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho foram o estudo bibliográfico e documental de autores que discutiam sobre o uso filmes no ensino de Física ou ciências, e a análise de alguns filmes de ficção científica. Nesta perspectiva metodológica, escolhemos primeiramente as áreas temáticas da Física que serão abordados neste trabalho. Após isso foi realizada uma escolha dos filmes de ficção científica que são relevantes para esses temas. Na etapa seguinte, foi feita uma análise detalhista dos filmes para identificar quais cenas ou trechos específicos podem ser utilizadas pelo professor de Física em sala de aula.

Os filmes escolhidos constituem-se de filmes lançados recentemente no circuito comercial, de fácil acesso e quase certamente já foram assistidos pela maioria dos jovens, o que facilita a discussão.

Foram selecionados três áreas da Física, são elas: Mecânica, Eletromagnetismo e Física Moderna. E para cada área foram selecionados os filmes:

- Mecânica: “Gravidade”.
- Eletromagnetismo: “O Aprendiz de Feiticeiro” e “X-Men: Apocalipse”.

- Física Moderna: “Interestelar”.

4 TÓPICOS DE FÍSICA E ALGUMAS DE SUAS INSERÇÕES NOS FILMES

Neste capítulo, realizamos uma análise qualitativa dos filmes com o objetivo de relacionar o conhecimento presentes nas obras cinematográficas com o conhecimento científico. Com essa finalidade selecionamos trechos ou cenas específicas que se enquadram nos campos da Física escolhidos.

4.1 Mecânica

Este tema aborda tudo o que envolve movimento, como velocidade, aceleração, forças, o movimento orbital de corpos celestes, a conservação da quantidade de movimento nas translações e nas rotações, a conservação da energia, entre outras coisas. A mecânica está dividida em duas partes: a cinemática e a dinâmica. A primeira define o que é movimento, sem considerar a causa de sua origem; a segunda, estuda as causas do movimento, as forças, ou seja, esta parte compreende o estudo das três leis de Newton, os princípios fundamentais da mecânica clássica.

Para trabalhar alguns conceitos deste tema em sala de aula utilizaremos o filme “Gravidade” (figura 1).

4.1.2 *Gravidade*



Figura 1 – Imagem de divulgação do filme “Gravidade”

Fonte: CANDIOTO, 2013

O filme é uma obra lançada no ano de 2013 e tem duração de 1 hora e 30 minutos. Ele simula a vida dos astronautas no espaço. No filme o astronauta Matt Kowalski e a engenheira médica Ryan Stone estão no espaço em uma missão com o objetivo de consertar o telescópio Hubble, quando ocorre um acidente, a nave espacial em que viajavam é destruída, assim como seus companheiros, por uma chuva de destroços provocados pela explosão de um satélite russo, deixando-os completamente sozinhos. Sem nenhum contato com a Terra, eles tentam sobreviver neste ambiente onde inexistente oxigênio e as temperaturas variam de forma extremas, totalmente inapropriado à vida.

O filme retrata de maneira didática como é o movimento dos corpos no espaço. Por meio dele pode-se abordar conceitos como gravidade, inércia, leis de Newton, Física orbital, entre outros.

Durante todo o filme, Kowalski usa uma mochila de propulsão que expelle pequenos jatos de ar para direcionar-se e locomover-se pelo espaço, como pode ser visto na figura 2. Este fato pode ser explicado pela terceira lei de Newton (princípio da ação e reação): “à ação de uma força sempre corresponde à reação de outra força que lhe é igual em módulo e direção, mas com o sentido oposto”. Os jatos da mochila que Kowalski usa, resulta numa

propulsão e, como consequência, tem-se uma reação de mesma intensidade, em sentido contrário, que empurra o astronauta para frente.



Figura 2 – Kowalski movimentando-se no espaço

No espaço não existe força de atrito para parar um movimento, então qualquer corpo em movimento pode ficar nesse estado infinitamente. Quando a nave espacial em que Matt e Ryan estavam é destruída, eles precisam ir até a estação espacial internacional (ISS). Para isso, Matt usa os jatos propulsores para ganhar impulso e entrar em movimento. A partir desse momento eles continuam em movimento retilíneo, com velocidade constante, até a ISS, sem precisar acionar a mochila de propulsão. Só volta a acioná-la quando estão próximos da estação, para ir em direção à ela. Pode-se interpretar esse trecho pela primeira lei de Newton (princípio da inércia): “todo o corpo tende a permanecer em estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, se nenhuma força atuar sobre ele”.

Quando Stone tenta sair da ISS, sua nave está presa pelos cabos do paraquedas, como é mostrado na figura 3. Ela arranca em uma direção, mas os cabos a puxam de volta, com a mesma intensidade da força de ação que ela fez. Então, ela diminui aos poucos sua velocidade. Assim, a força de ação diminui e a força de reação, que puxa ela para trás, também. Esse momento também ilustra a terceira lei de Newton, da mesma forma que a cena em que ela manipula um extintor para se locomover pelo espaço, jogando-o em uma direção para ser impulsionada na direção oposta¹.

¹ Uma possibilidade de melhor compreender a terceira lei de Newton é observar o movimento de um balão (bexiga). À medida que o balão movimenta-se para um lado, o ar que escapa de seu interior movimenta-se no sentido contrário. As forças de ação e reação ocorrem sempre em corpos diferentes e neste caso podemos



Figura 3 – Ryan tentando sair da ISS

Na Terra, devido à gravidade e a convecção, estamos acostumados a ver o fogo em formato vertical. Entretanto, em um ambiente onde há imponderabilidade (ausência aparente de gravidade), isso não ocorre. Todas as coisas flutuam. No instante em que a nave onde Ryan está incendeia-se, é possível visualizar o comportamento deste em um ambiente em que há imponderabilidade, aparecem pequenas bolhas de fogo flutuando. As chamas em um ambiente com ausência aparente de gravidade não tem uma direção preferencial para se movimentarem, os gases quentes se expandem em todas as direções, produzindo uma bolha de fogo. Porém, no filme isso não ocorre (figura 4).



Figura 4 – Bolas de fogo flutuando

considerar o balão como um corpo e o ar ejetado por ele como o outro. O ar ao ser ejetado aplica uma força sobre o corpo do balão que o impulsiona para frente, movimentando-o.

O mesmo ocorre com as lágrimas, no momento em que Stone começa a chorar: suas lágrimas não escorrem pelo seu rosto, elas não caem, elas se desprendem do seus olhos e começam a flutuar, em formato de pequenas bolhas (figura 5), pois, o fato das lágrimas escorrerem pelo rosto quando choramos é devido ao efeito da gravidade, por estarem caindo.



Figura 5 – Lágrimas flutuando

Porém, não é bem assim o comportamento das lágrimas em um lugar onde há imponderabilidade. No vídeo do astronauta Chris Hadfield (“*Tears in space (Don’t Fall)*”) podemos visualizar realmente como ocorre. As lágrimas se acumulam logo abaixo dos olhos do astronauta e não caem, como na imagem abaixo retirada do vídeo (figura 6).



Figura 6 – Imagem retirada do vídeo *Tears in Space (Don't Fall)*

Fonte: CANADIAN SPACE AGENCY, 2013

Além de discutir todos esses conceitos é possível também realizar uma discussão interdisciplinar sobre a afirmação do início do filme: “A vida no espaço é impossível.”. Dialogar com os estudantes é necessário para que façam uma reflexão sobre a impossibilidade de se viver fora da Terra, sobre a sensação de estar no espaço, os perigos e desafios presentes em um ambiente espacial, ou seja, a relação homem e espaço. O filme é capaz de motivar discussões sobre assuntos como Astronomia e Tecnologia. A tecnologia utilizada para a produção do filme é um ponto que se destaca bastante. Foi criada uma tecnologia especial para sua gravação. O filme trabalha com a perspectiva de continuidade, plano de sequência e fluidez da câmera. Um robô foi criado para auxiliar na reprodução da realidade espacial e captação da câmera. O ator fica dentro de uma espécie de cabine de luz que se movimenta girando as luzes ao redor e ao mesmo tempo o robô movimenta a câmera (SILVA, M., 2015).

4.2 Eletromagnetismo

Eletromagnetismo é o campo da Física que estuda fenômenos da eletricidade, do magnetismo e de suas inter-relações. A eletricidade é a parte responsável por analisar os fenômenos elétricos, ou seja, as cargas elétricas em movimento ou em repouso. Ele se subdivide em dois ramos: a eletrostática (área que analisa as cargas elétricas em repouso) e a eletrodinâmica (área que analisa as cargas elétricas em movimento). A eletricidade discorre sobre conceitos como campos elétricos, força eletrostática, corrente elétrica, potencial

elétrico, componentes de circuitos elétricos, entre outros. O magnetismo é a parte que estuda a atração e a repulsão de objetos magnéticos, materiais que criam um campo magnético ao seu redor, como é o caso do ímã. Ele explica conceitos como campo magnético, força magnética, fluxo magnético entre outros fenômenos.

Para explorar um pouco mais sobre eletricidade, analisamos o filme “O Aprendiz de Feiticeiro” (figura 7) e, para o magnetismo, o filme “X-Men: Apocalipse” (figura 12).

4.2.1 *O Aprendiz de Feiticeiro*



Figura 7 – Imagem de divulgação do filme “O Aprendiz de Feiticeiro”

Fonte: FILM-CINE.COM, 2010

O “Aprendiz de feiticeiro” foi lançado no ano de 2010 e exibe cenas que podem ter grande utilidade no ensino de eletricidade. O filme narra a história de Dave Stutler, um estudante de Física que trabalha com bobinas do tipo Testa em um laboratório. Dave descobre que é um descendente de Merlin quando Balthazar Blake, um mestre feiticeiro, o recruta para lhe ensinar magia e lutar contra as forças das trevas, Horvath, que pretende libertar outros feiticeiros e destruir o mundo.

Esse filme nos proporciona abordar alguns conceitos como, por exemplo, a bobina de Tesla, a gaiola de Faraday, materiais isolantes e condutores, dentre outros.

Um dispositivo presente em várias cenas do filme foi a bobina de Tesla. A bobina Tesla é um tipo de transformador que amplifica a tensão elétrica a um nível extremamente alto quando submetido a altas frequências, capaz de quebrar a rigidez dielétrica do ar e produzir descargas elétricas com vários metros de extensão. O principal interesse de Tesla em desenvolver esse instrumento era transmitir energia elétrica por longas distâncias sem utilizar fios.

Dave, tentando impressionar Becky, utiliza as bobinas de Tesla para reproduzir uma música que ela havia tocado em seu programa. Isso mesmo, reproduzir um som utilizando as bobinas de Tesla. As faíscas elétricas, provocadas pelas bobinas, produzem ondas sonoras, sendo possível programar a bobina para determinadas frequências possibilitando a reprodução de um som que se deseja. Como o próprio Dave diz no filme: “as bobinas estão disparando a uma frequência tão alta que as faíscas criam as ondas sonoras quando elas se movem pelo ar” (figura 8).

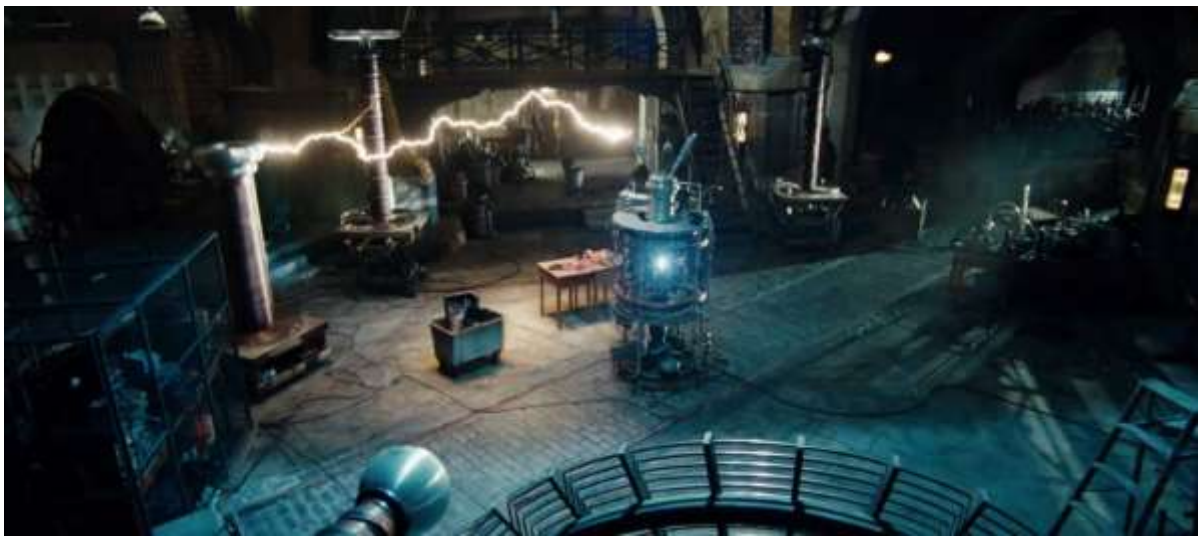


Figura 8 – Laboratório com as bobinas do tipo Tesla

Nesse momento, em que Dave está mostrando a Becky o seu projeto com bobinas de Tesla, eles estão dentro de uma gaiola que está sendo bombardeada por raios, como pode ser visualizado na figura 9, porém, os dois protagonistas não sofrem nenhum efeito elétrico. A gaiola em que os atores entraram é uma espécie de gaiola de Faraday, uma estrutura metálica contínua delimitando uma região do espaço. Ela impede que campos eletrostáticos originados fora da gaiola entrem no espaço envolvido pelo condutor. As cargas elétricas são induzidas e se distribuem por toda a superfície do condutor, gerando um campo elétrico nulo em seu interior.



Figura 9 – Gaiola de Faraday do filme

Existem outros conceitos físicos presentes nesse filme: os materiais isolantes e condutores. A utilização do conceito de isolante elétrico aparece no filme quando Balthazar começa a ensinar os feitiços para Dave. Ele pede para Dave usar sapatos com sola de borracha, pois a borracha bloqueia a corrente. A borracha é um material isolante, isto é, não permite a passagem de corrente. Já o conceito de materiais condutores pode ser visto quando Dave explica para Becky como vai salvar Balthazar. Ele diz que os anéis que Horvath coloca na bengala fazem com que ela se torne um condutor melhor. Os anéis são feitos de metal e os metais são bons condutores, isto é, permitem a passagem de corrente elétrica. Ele utiliza desse conhecimento para dar um choque em Horvath atingindo o com uma bobina de Tesla, como mostram as figuras 10 e 11.



Figura 10 – Anéis feitos de material condutor, permitindo a passagem de corrente elétrica



Figura 11 – Anéis feitos de material condutor, permitindo a passagem de corrente elétrica

Podemos, ainda, aproveitar uma frase sutil dita por Balthazar no filme aos quarentas minutos e vinte segundos, para trabalhar uma questão interdisciplinar: a biofísica. Ele diz: “Seu anel não é uma joia, ele projeta energia elétrica do seu sistema nervoso no mundo real”. O nosso sistema nervoso possui potenciais elétricos. A atividade biológica humana não compreende apenas reações químicas, mas também atividades de natureza bioelétrica. Os fenômenos elétricos no corpo humano ocorrem em nível celular, envolvendo a geração de campos elétricos ou correntes elétricas e seus resultados nos processos biológicos. Como não existem elétrons livres para se movimentar e conduzir eletricidade, quem desenvolve esse papel são os íons do meio aquoso que preenche o interior e exterior das células.

4.2.2 *X-Men: Apocalypse*



Figura 12 – Imagem de divulgação do filme “X-Men: Apocalipse”

Fonte: CANDIOTO, 2016

Mutantes são adolescentes que possuem habilidades extraordinárias. No último filme da franquia X-Men, lançado em 2016, Apocalipse, o primeiro mutante do mundo e mais poderoso, acorda após milhares de anos e se decepciona com o mundo que encontra, onde os humanos estão no poder e os mutantes vivem fugindo, escondendo-se. Apocalipse decide então acabar com a humanidade e criar um novo mundo sobre o qual reinará. Para lhe ajudar ele escolhe quatro mutantes, Magneto, Tempestade, Anjo e Psylocke. Porém, o professor Xavier juntamente com Mística e um grupo de X-Men lutam para impedir que eles destruam a humanidade.

O nosso objetivo ao analisar esse filme é explorar o tema magnetismo. Para isso vamos considerar o mutante Magneto. Ele possui a capacidade de gerar e controlar campos magnéticos. No início do filme, há uma cena que nos permite discutir sobre a impossibilidade de manipular magneticamente apenas um objeto sem influenciar os outros objetos que estão ao redor. Magneto está trabalhando em uma fábrica quando ocorre um terremoto e uma caldeira com aço derretido cai em direção a um funcionário: para salvar a vida deste, ele utiliza seu poder, direcionando o objeto para outro lugar, conforme figura 13. Pode-se utilizar esse trecho para indagar os alunos como o fato do Magneto ter criado um campo magnético

não afetou todos os objetos em volta? Existe como escolher quais objetos vão ou não sentir o campo magnético? (SILVA, A., 2012).



Figura 13 – Cena em que Magneto manipula magneticamente um objeto

Usando a cena anterior e outra cena, onde Apocalypse diz para Magneto que ele “tem o poder de mover a própria Terra” é possível explicar como os materiais se comportam na presença de um campo magnético e como eles estão divididos, os ferromagnéticos, os paramagnéticos e os diamagnéticos². Também nos permite discorrer sobre o campo magnético que a Terra possui. Com o poder que Magneto tem de controlar campos magnéticos, ele pode controlar os metais presentes na Terra e o próprio campo magnético terrestre (figura 14).

² Os materiais respondem de três maneiras distintas quando um campo magnético é aplicado sobre eles. Os materiais ferromagnéticos, como o ferro, são fortemente atraídos pelo campo, o que resulta em um aumento da intensidade do campo magnético em seu interior e sua magnetização mantém-se quando o campo externo é removido. Os materiais paramagnéticos são fracamente atraídos para o campo, enquanto os materiais diamagnéticos são levemente repelidos por ele. Nesses dois últimos materiais a magnetização desaparece quando retira-se o campo aplicado. Um exemplo de material paramagnético é o alumínio, e de diamagnético é a prata.



Figura 14 – Magneto sentindo o metal do solo

Outro conceito que o filme nos possibilita discutir é a representação do campo magnético: as linhas de indução magnética. O porquê de se formarem vários círculos em torno de Magneto quando ele atrai os objetos do chão (figura 15), o sentido dessas linhas circulares e como a intensidade delas varia com a distância.



Figura 15 – Linhas campo magnético no filme

4.3 Física Moderna

Física moderna é a terminologia utilizada para denominar as teorias que se desenvolveram no começo do século XX, tendo como alicerces a Relatividade e a Mecânica Quântica.

A Teoria da Relatividade, o nome dado a junção da Teoria da Relatividade Especial e Teoria da Relatividade Geral, ambas desenvolvidas por Albert Einstein, nos fornecem o embasamento para entender o Universo em uma escala macroscópica, nos permitindo ter uma nova visão sobre os conceitos de espaço e tempo (dilatação temporal, contração da distância, etc), e também entender sobre a invariância da velocidade da luz.

A Mecânica Quântica nos permite compreender o Universo em uma escala microscópica (os átomos, as partículas elementares, etc), compreender a radiação de um corpo negro, o efeito fotoelétrico, os modelos atômicos, a dualidade onda-partícula, o princípio da incerteza, entre outras coisas.

Para desenvolver uma discussão sobre a Teoria da Relatividade vamos usar o filme “Interestelar” (figura 16).

4.3.1 *Interestelar*



Figura 16 – Imagem de divulgação do filme “Interestelar”

Fonte: MCMILLAN, 2014

No filme “Interestelar”, lançado em 2014, com duração de 2 horas e 49 minutos, a Terra está sendo devastada por pragas, os recursos naturais estão ficando escassos, tornando-se um lugar inabitável. Uma equipe, formada por um ex-piloto (Cooper) e três astronautas

(Amelia Brand, Romilly, Doyle), recebe a missão de encontrar outros planetas potencialmente habitáveis. Atravessando um “buraco de minhoca”, próximo à órbita de Saturno, a equipe chega a outra galáxia onde existem três planetas promissores para a sobrevivência da raça humana.

“Interestelar” tem como principal embasamento a Teoria da Relatividade Especial e a Teoria da Relatividade Geral. Os fenômenos físicos apresentados no filme: “buraco de minhoca”, buracos negros, efeitos de marés e dilatação temporal, são consequências diretas dessas teorias.

O “buraco de minhoca” serve como um atalho do universo. Ele é como dobra no plano do espaço-tempo, uma espécie de túnel que liga dois pontos distantes do universo. No filme, eles utilizam o buraco de minhoca para chegar a outra galáxia (figura 17). O astronauta Romily explica durante o filme, como funcionam os buracos de minhocas. Ele segura uma folha de papel e marca dois pontos nas extremidades da folha. Se alguém quiser ir de um ponto ao outro tem que percorrer uma longa distância, mas quando ele dobra a folha os pontos se unem. O buraco de minhoca é essa dobra no espaço, que une os dois pontos e permite percorrer longas distâncias em um pequeno intervalo de tempo. No entanto é importante ressaltar que ainda não existe nenhuma comprovação real de sua existência: eles são possíveis apenas na teoria!



Figura 17 – Representação do buraco de minhoca no filme

Outro conceito físico presente no filme é o do próprio “buraco negro”. Eles são grandes concentrações de massa compactadas capazes de modificar o espaço e o tempo ao seu redor. Quanto maior for a quantidade de matéria que os compõem, mais curvo será o espaço

em torno dele. O buraco negro do filme recebe o nome de “Gargântua” e tem massa igual a 100 milhões de sóis, sua ilustração é mostrada da figura 18. A gravidade depende da massa. Assim, um buraco negro com uma massa tão grande possui uma força gravitacional descomunal: nem a luz consegue escapar dessa força gravitacional, ela se desloca ao seu redor.



Figura 18 – Representação do buraco negro do filme

O efeito relativístico mais explorado durante todo o filme é a dilatação temporal. O tempo passa de maneira diferente dependendo do referencial adotado. A teoria diz que o intervalo de tempo de um evento medido em um referencial que esteja com velocidade próxima a da luz é menor do que o intervalo de tempo medido em um referencial com uma velocidade mais baixa. No entanto a dilatação temporal no filme deve ter ocorrido devido à atração intensa do buraco negro quando da queda da nave de Cooper em direção a ele. O campo gravitacional também dilata o tempo. Em lugares onde a atração gravitacional é muito intensa, o tempo passa mais devagar do que em lugares onde a atração gravitacional é mais suave. Esse efeito relativístico pode ser notado em algumas cenas do filme: quando Cooper, Brandt e Doyle vão ao planeta de Miller, que se encontra na órbita de Gargântua, onde a força gravitacional é muito forte. Cada hora no planeta de Miller corresponde a sete anos na Terra e também na estação espacial. Quando eles retornam à estação espacial havia se passado 23 anos para Romily, que havia ficado ali, e para eles apenas 3,4 horas; e também quando Cooper envelhece mais devagar do que sua filha, Murphy. Cooper sai da Terra e retorna com praticamente a mesma idade, mas para sua filha, o tempo passou diferente: ela era uma garotinha quando ele partiu e se encontra com 124 anos quando ele retorna.

Outra cena do filme que merece uma discussão científica são as ondas gigantes no planeta de Miller, conforme figura 19. As marés terrestres são causadas devido à atração gravitacional entre a Terra e a Lua. Já no filme, as ondas gigantes são consequências diretas da atração gravitacional entre o buraco negro, Gargântua, e o planeta de Miller.



Figura 19 – Onda gigante no planeta de Miller

O filme possibilita, ainda, refletir sobre questões muito importantes: a vida na Terra e nossas preocupações sobre ciência. Quais serão as consequências para o nosso planeta no futuro se continuarmos poluindo o nosso planeta, destruindo a natureza? No futuro, a vida na Terra pode estar ameaçada? No filme é impossível a sobrevivência da humanidade no nosso planeta: para onde iremos se isso realmente acontecer? Os questionamentos podem fazer com que o estudante pense e posicione-se sobre como suas atitudes pode influenciar no futuro, propiciando um debate sobre os impactos sociais e ambientais das tecnologias.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incompreensão da Física por parte da maioria dos estudantes é um fato em nosso sistema educacional. Existe a necessidade de uma renovação no ensino de Física que se faz presente nas escolas. É necessário libertar-se do ensino tradicional, das aulas expositivas seguidas de extensas listas de exercícios, que nada mais fazem do que descontextualizar o conhecimento físico, reduzindo-o a uma linguagem matemática, e anulando a curiosidade do estudante. Em muitos casos, isso provoca um completo desinteresse e descaso por parte dos estudantes com a Física, sendo um grande obstáculo no complexo processo de ensino-aprendizagem.

No presente trabalho recomendamos os filmes de ficção científica como um recurso para tentar mudar a situação em que se encontra o ensino de Física, isto é, em contraposição ao ensino tradicional. Esperamos com essa metodologia tornar as aulas dessa ciência mais compreensiva e interessante para todos os alunos dentro da sala, e não somente para aqueles que possuem afeição por essa área.

Como já explorado, a ficção científica é mais do que uma simples ferramenta para facilitar o aprendizado. Esse tipo de obra oferece características favoráveis à contextualização de temas científicos e ampliação da cultura geral dos estudantes. Sua aplicação no ensino traz diversas possibilidades didáticas, proporcionando tanto aprender conceitos, quanto relacionar diferentes áreas de conhecimento. Outra contribuição da ficção científica é nos permitir abordar diferentes temas, como questões socioculturais e desenvolvimento da ciência, tornando o seu uso durante as aulas uma atividade de caráter interdisciplinar.

Nesta direção, realizamos a análise de alguns filmes lançados recentemente que podem ser utilizados para auxiliar o professor nas aulas de Física. Procuramos avaliar as possibilidades que os mesmos possuem tendo como foco um tema específico. No entanto, nas obras fílmicas analisadas não só identificamos os conceitos, os fenômenos físicos e suas imprecisões do ponto de vista científico do tema escolhido, como constatamos também a presença de temas interdisciplinares relacionados à Astronomia, Biofísica, Ciência e Tecnologia. A análise nos deu grandes indicativos de como os filmes podem ajudar a problematizar, contextualizar e ilustrar o conhecimento. Esse tipo de atividade proporciona a participação do estudante na construção do conhecimento, incentiva o pensamento criativo e desenvolve o senso crítico. O estudante, ao identificar e compreender um fato ou um objeto ligado à ciência, também percebe que este pode estar presente em sua realidade, fazendo a

correlação do conhecimento com a prática. Nesse processo, de identificar, analisar e aprender, é que o estudante torna-se cada vez mais crítico.

É na interpretação

crítica que a irrealidade da ficção se torna realidade sociocultural, já que toda obra literária fala da experiência humana de forma legítima, travestindo a realidade em fantasia. Nesse sentido, permite colocar o estudante frente à obra ficcional como um leitor crítico e levá-lo a questionar sua própria experiência vivida com os conceitos da ciência no contexto da vida humana. É justamente aí que encontramos o valor dos instrumentos de análise, que permitem ao professor que deseja usar a FC ver além da superfície (PIASSI e PIETROCOLA, 2009, p. 538).

Ao finalizar este trabalho, concluímos que o uso de filmes de ficção científica é um recurso didático poderoso para os professores que buscam metodologias diferenciadas com o objetivo de melhorar o processo de ensino-aprendizagem em Física ou em outras disciplinas, pois o uso deste recurso principalmente potencializa a construção do conhecimento, amplia as oportunidades de compreensão e permite a troca de saberes e experiências entre educadores e educandos.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, MEC, 1996.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Bases legais. Brasília, MEC, 2000.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, MEC, 2000.
- BRASIL. **PCN+ Ensino médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília, MEC, 2002.
- CANADIAN SPACE AGENCY. **Tears in Space (Don't Fall)**. 2013. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=P36xhtpw0Lg>> Acesso em: 07 de junho de 2017
- CANDIOTO, Fábio Z. 2013. Disponível em: <<http://www.vortexcultural.com.br/cinema/critica-gravidade/>> Acesso em: 07 de junho de 2017.
- CANDIOTO, Fábio Z. 2016. Disponível em: <<http://www.vortexcultural.com.br/cinema/critica-x-men-apocalipse/>> Acesso em: 07 de junho de 2017
- DE LA ROCQUE, Lucia; SAWADA, Anunciata; FIGUEIRA, Denise Oliveira. Literatura e imagens de ficção científica: perspectivas entre as ciências e as artes, relações possíveis para a formação de professores no ensino de ciências, In: HARRIS, Leila Assumpção (org.). **A voz e o olhar do outro**, v. IV. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2012, p. 72-83.
- FILM-CINE.COM, 2010. Disponível em: <<http://filmes.film-cine.com/o-aprendiz-de-feiticeiro-m16852>> Acesso em: 07 de junho de 2017
- MCMILLAN, Graeme. 2014. Disponível em: <<http://www.hollywoodreporter.com/heat-vision/interstellar-has-gorgeous-posters-ever-734367>> Acesso em: 07 de junho de 2017
- NEVES, Marcos Cesar Danhoni. O resgate de uma história para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 215-224, dez. 1992.
- NEVES, Marcos Cesar Danhoni; CARDOSO, Fabiano Cesar; SAKAI, Fábio Sussumu; VERONEZE, Paulo Roberto; ANDRADE, Acácio; BERNABÉ, Hilton Souza. Science fiction in physics teaching: improvement of science education and history of science *via* informal strategies of teaching. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, ano 1, n. 2, p. 91-101, jan/jun, 2000.
- OLIVEIRA, Adalberto Anderlini de. **Física e ficção científica: desvelando mitos culturais em uma educação para a liberdade**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Instituto de

Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010.

PIASSI, Luís Paulo. A ficção científica e o estranhamento cognitivo no ensino de ciências: estudos críticos e propostas de sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 1, p. 151-168. 2013.

PIASSI, Luís Paulo; PIETROCOLA, Maurício. De olho no futuro: ficção científica para debater questões sociopolíticas de ciência e tecnologia em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, nov. 2007a.

PIASSI, Luís Paulo; PIETROCOLA, Maurício. Quem conta um conto aumenta um ponto também em Física: Contos de ficção científica na sala de aula. In: XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007, São Luís. **Anais...** São Paulo, USP, 2007b. Disponível em: <http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/ale/_2007quem.arquivo.pdf>. Acesso em: 15 de Outubro de 2016.

PIASSI, Luís Paulo; PIETROCOLA, Maurício. 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.

SILVA, André Coelho da. Eletromagnetismo e o anti-herói magneto: uma possível abordagem no ensino médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 3, n. 2, p. 125-135, 2012.

SILVA, Maria Romênia da. **A linguagem audiovisual do cinema como elemento integrador da arte e ciência na formação cultural dos professores de ciência e matemática**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Natal, 2015.

SILVA JUNIOR, Nelson; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. A subversão do tempo e do espaço no cinema: uma proposta interdisciplinar para o ensino da Física. In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia – SINECT, 4., 2014, Ponta Grossa, **Anais...** Ponta Grossa, UTFPR, 2014. Disponível em: <<http://www.sinect.com.br/anais2014/anais2014/artigos/ensino-de-fisica/01409578275.pdf>>. Acesso em: 25 de Outubro de 2016.

XAVIER, Carlos Henrique Gurgel; PASSOS, Carmensita Matos Braga; FREIRE, Paulo de Tarso Cavalcante; COELHO, Afrânio de Araújo. O uso do Cinema para o Ensino de Física no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências** – V(5), n. 2, p. 93-106, 2010.