



A INSERÇÃO DA TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL APLICADA EM FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA

Lucio José Braga dos Santos ¹

RESUMO

Esta pesquisa objetiva-se desenvolver instrumentos conceituais motivacionais que possibilitem a formulação de atividades com o uso de filmes de ficção científica no ensino de Física em termos de sua contribuição para uma nova concepção do espírito científico sob a luz da Teoria da Relatividade Geral, visando contribuir para a construção de uma alfabetização científica. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa exploratória, de natureza qualitativa, fundamentada na Teoria da Relatividade Geral. Tal análise assume as obras cinematográficas não como um simples recurso didático, mas como discursividades regidas por mecanismos ficcionais e que se vale desses mecanismos para veicular posições, ideias e debates em torno de temas científicos atuais. No plano epistemológico busca-se abordar criticamente a ênfase de Bachelard na separação entre a racionalidade científica e a imaginação poética que podem permitir o trabalho em relação aos obstáculos epistemológicos com aqueles alunos que não se sentem motivados ao estudo da Física. As obras cinematográficas escolhidas serão utilizadas para discutir temáticas espaciais que envolvem conceitos da Física Moderna, pouco trabalhados no Ensino Médio, mas que despertam grande curiosidade dos estudantes, ajudando-os a reconhecerem a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próximos a eles. Constata-se que o tema é muito intrigante, e levanta questões a serem debatidas e direcionadas visando à melhoria do processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para uma discussão necessária sobre o papel dos obstáculos cognitivo-epistemológicos na aprendizagem de conceitos envolvidos na Física Moderna.

Palavras-chave: Ensino de Física. Filmes de Ficção Científica. Teoria da Relatividade Geral.

INTRODUÇÃO

Antes da relatividade geral (EINSTEIN, 2015), a principal teoria da gravidade era a lei da gravitação universal de Isaac Newton, que unificava a descrição de corpos maciços em movimento, tanto na Terra como no Sistema Solar. Na estrutura de Newton, a gravidade é uma força atrativa de longo alcance, atuando entre dois objetos maciços. É diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado de sua distância. Enquanto a teoria de Newton ainda é uma ótima aproximação para abordar a gravidade em várias situações, especialmente em nossa vida cotidiana, a nova abordagem de Einstein alcançou uma descrição mais completa do comportamento da gravidade, especialmente em casos extremos.

¹ Doutor em educação pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Bacharel e licenciado em Física; Mestre em Física com ênfase em Física da Matéria Condensada; Professor da Universidade Estadual de Goiás-UEG. lucio.santos@ueg.com.



No entanto, esse não foi o principal motivo pelo qual Einstein adotou uma nova teoria da gravidade. Em 1905, ele desenvolveu sua teoria da relatividade especial, mostrando que o espaço e o tempo não são independentes, mas intimamente entrelaçados na continuidade quadridimensional do espaço-tempo. Além disso, eles não são absolutos, mas podem diminuir ou dilatar de acordo com a velocidade do observador. Em 1907, Einstein começou a trabalhar em direção a uma teoria que também abrangesse a gravidade, mas não conseguiu encontrar uma maneira de abordá-la no espaço plano da relatividade especial.

Quando a teoria da relatividade apareceu no início dos anos 1900, revirou séculos de ciência e deu aos físicos uma nova compreensão do espaço e do tempo. Isaac Newton viu o espaço e o tempo como fixos, mas na nova imagem fornecida pela relatividade especial e pela relatividade geral eles eram fluidos e maleáveis.

Albert Einstein publicou a primeira parte de sua teoria - relatividade especial - no jornal de Física alemão *Annalen der Physik* em 1905 e concluiu sua teoria da relatividade geral somente após mais uma década de trabalho difícil. Ele apresentou a última teoria em uma série de palestras em Berlim no final de 1915 e publicada no *Annalen* em 1916.

A teoria da relatividade especial é baseada em dois conceitos-chave:

- O mundo natural não permite quadros de referência "privilegiados". Enquanto um objeto se move em linha reta a uma velocidade constante, as leis da Física são as mesmas para todos. Quando você olha pela janela de um trem e vê um trem adjacente parecer se mover, ele está se movendo ou não? Einstein reconheceu que, se o movimento é perfeitamente uniforme, é literalmente impossível dizer - e identificou isso como um princípio central da Física.
- A luz viaja a uma velocidade invariável de 300000 quilômetros por segundo. Não importa a velocidade com que um observador ou objeto emissor de luz estejam se movendo, a medida da velocidade da luz sempre produz o mesmo resultado.

A partir desses dois postulados, Einstein mostrou que o espaço e o tempo estão entrelaçados de maneiras que os cientistas nunca haviam percebido anteriormente. Através de uma série de experimentos mentais, Einstein demonstrou que as consequências da relatividade especial são frequentemente contraintuitivas.

Embora as ideias por trás da relatividade pareçam esotéricas, a teoria teve um enorme impacto no mundo moderno. Usinas nucleares e armas nucleares, por exemplo, seriam impossíveis sem o conhecimento de que a matéria pode ser transformada em energia. E nossa rede de satélites GPS precisa levar em conta os efeitos sutis da relatividade especial e geral; se não, eles dariam resultados que estariam fora de várias milhas (CUNHA, 2015).



Utilizar conceitos da Teoria da Relatividade Geral de Einstein (EINSTEIN, 2015) como conteúdo a ser abordado no Ensino Médio, pode-se dizer que essa proposta é um tanto presunçosa, uma vez que exigiria um conhecimento matemático bastante avançado para sua compreensão. No entanto, ao considerar a importância da evolução do pensamento científico, a transição da gravitação newtoniana até a sua generalização através da Teoria da Relatividade Geral oferece um ótimo exemplo, pois ela é de fundamental importância no entendimento da estrutura do universo e dos inúmeros fenômenos existentes, como os buracos negros, as lentes gravitacionais, os buracos de minhoca, as ondas gravitacionais, viagens no tempo entre outros, presentes na ficção científica (CUNHA, 2015), que podem ser proveitosos como elementos de motivação para o ensino da Física (THORNE, 2014).

Pretende-se estruturar instrumentos conceituais da Teoria da Relatividade Geral para a formulação de atividades com o uso de filmes de ficção científica no ensino de Física em termos de sua contribuição para uma nova concepção do espírito científico.

As abordagens dos conteúdos de Física são a base para discussão proposta nesta pesquisa. Para isso, utiliza-se como referência a epistemologia de Gaston Bachelard, que de acordo com o seu pensamento, a incessante retificação do conhecimento comum proporciona a formação intelectual do ser humano. Assim, através da superação de “obstáculos epistemológicos” é possível construir conhecimentos, em um processo que, em sua essência, se aproxime daquele compartilhado pela comunidade científica.

A Formação do Espírito Científico de Gaston Bachelard é um trabalho fundamental para a compreensão da filosofia da ciência. Como o título sugere, este livro é uma análise da formação da mente científica, como, por exemplo, questões relativas às partículas subatômicas independentemente da mente não são apenas aquelas que Bachelard ou seus contemporâneos abordaram, ou de fato formuladas. Bachelard analisou como a mente trabalha, e o fez através de uma riqueza de exemplos históricos. Esta abordagem não foi desconhecida da filosofia francesa de seu tempo, na verdade a ideia de que, para entender a mente e seus mecanismos, é necessário vê-lo no trabalho em diferentes épocas e contextos culturais foi muito difundido (LOPES, 1996).

No aspecto puramente epistemológico, Bachelard promove uma luta contra os preconceitos e barreiras que dificultam o desenvolvimento do conhecimento científico. Para adentrar a cidade da ciência o indivíduo tem que superar obstáculos epistemológicos. Assim, a crença de que os objetos mais pesados chegam antes ao solo, a concepção não inercial dos movimentos, a concepção de espaço e tempo como entidades absolutas e até mesmo a ideia



de que uma pequena partícula quântica, como destaca Bachelard, são alguns exemplos desses obstáculos epistemológicos. Segundo o epistemólogo, tais obstáculos originam-se nas resistências psicológicas a abandonar certas concepções que causariam instabilidade psíquica, nas crenças produzidas por fatores culturais diversos como, por exemplo, os religiosos, os ideológicos e, até, acrescentaria, os vindos da própria ficção científica. Bachelard comenta sobre a ficção científica e o seu mau exemplo educacional:

Em vez de ir ao essencial, acentua-se o lado pitoresco: enfiam-se fios na bola feita de caule de sabugueiro para conseguir uma aranha elétrica. Será num movimento epistemológico inverso, voltando ao abstrato, arrancando as patas da aranha elétrica, que Coulomb descobrirá as leis fundamentais da eletrostática. [...]

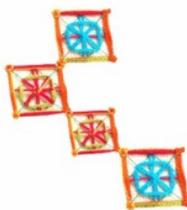
Esse folclore sobre a ciência incipiente toma conta das melhores cabeças. Volta gasta centenas de páginas para descrever a seus correspondentes as maravilhas da pistola elétrica. [...] a ficção científica, tão do agrado de um público literário que pensa nela encontrar obras de divulgação positiva, procede de acordo com os mesmos artifícios [...]

Essas ficções científicas, viagens à Lua, invenção de gigantes e de monstros são, para o espírito científico, verdadeiras regressões infantis. Podem ser divertidas, mas nunca instrutivas. (Bachelard, 1996)

Os conflitos entre ciência e ficção, no que concerne à verossimilhança, são diminutos se comparados às possibilidades que a leitura de textos de ficção científica, escritos e audiovisuais, pode suscitar ao aprendizado científico. Bachelard (1977) atesta que “o hábito da razão pode converter-se em obstáculo da razão”, isto é, a primazia do formalismo racional pode degenerar-se em um automatismo contrário à razão. Nesse viés, o discurso ficcional, além de contextualizar a ciência, mostra-se de grande importância contrário ao discurso científico (LOPES, 2000).

Pode-se verificar que os filmes de ficção científica possuem um potencial bastante diversificado em relação a suas possibilidades didáticas e, principalmente, permitem a abordagem de conhecimentos sistematizados não apenas no plano conceitual-fenomenológico, mas também no âmbito das questões metodológicas da ciência e em suas implicações sociais.

Recomenda-se que essas obras cinematográficas sejam abordadas de forma consistente e que estejam relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade. Desse modo, o currículo de Física pode propiciar condições para que professores e alunos avancem na compreensão do seu papel frente às demandas sociais. Após diversas leituras sobre o tema Alfabetização Científica, um Plano de Ação foi desenvolvido com os seguintes objetivos:



- Diagnosticar se o conhecimento científico adquirido nas escolas faz parte da vida do aluno dentro e fora do ambiente escolar, e se ele percebe a relação da Física, no seu cotidiano.
- Refletir sobre, como a Alfabetização Científica está sendo trabalhada em nossas escolas, a fim de criar estratégias que visem o seu aprimoramento e consequentemente, melhore o entendimento dos alunos sobre o ensino de Física.
- Utilizar filmes de ficção científica como ferramentas instrucionais no ensino de Física;
- Permitir que a Física contemple conteúdos históricos e filosóficos mediados pelo cinema, fazendo uma ligação que possa contribuir na construção de uma alfabetização científica.

Pretende-se discutir as possibilidades e potencialidades da inserção de filmes do gênero ficção científica como recursos didáticos potencializadores no processo de ensino e aprendizagem de Física, além de possibilitar a reflexão em relação ao mundo científico sob a luz da Teoria da Relatividade Geral. Poderá auxiliar o professor a compreender o entendimento que o estudante possui dos conceitos trabalhados em aula. O uso de filmes como recurso didático no ensino e aprendizagem de Ciências, vem sendo discutido há algum tempo pelos pesquisadores (SANTOS, PASINI, RUDEK, 2015; SANTOS, PASINI, ANJOS, 2016).

Esse recurso pode ser apresentado como um suporte na introdução de conceitos da Teoria da Relatividade Geral, o que possibilita o levantamento de questões relacionadas ao mundo da Ciência e proporciona ao professor verificar as lacunas conceituais dos estudantes e a discussão de conceitos científicos objetivando um aprendizado mais estruturado e aprofundado. Nesse sentido as questões motivadoras desse estudo são: Pode o uso de filmes de ficção científica despertar o interesse dos alunos pela Ciência? O uso de filmes, como recurso didático, contribui para a aprendizagem de conceitos físicos?

Os filmes representam uma possibilidade de mudança no cotidiano escolar marcado por desestímulo e fragilidades no processo de ensino-aprendizagem de Física. A abordagem da Física mediante o uso de obras cinematográficas, indicam um recurso integrante de uma proposta pedagógica que procura superar a perspectiva tradicional de ensino e avançar na formação de um cidadão mais crítico e mais participativo.

O trabalho se dará em três momentos. No primeiro momento delimita-se nossa exposição para os aspectos teórico-metodológicos do uso do cinema na sala de aula, ao apresentar as possibilidades de abordagem da Física, através de obras cinematográficas. O segundo momento versa sobre as escolhas metodológicas e a narrativa do trabalho de campo. Finalmente, relatou-se no terceiro momento, com brevidade, as percepções/opiniões dos alunos



acerca do uso do cinema na sala de aula como elemento facilitador do processo de ensino-aprendizagem, em confronto com o método de ensino tradicional.

METODOLOGIA

Levar o cinema para a sala de aula significa lançar-se ao desafio do inusitado, no sentido de quebrar com antigas práticas centradas em um modelo tradicional de fazer educação. Constitui-se também em uma tentativa de diminuir o intervalo existente entre aquilo que o professor ensina e aquilo que o estudante aprende, dicotomia esta já destacada por estudiosos do assunto, em particular no campo do ensino da Física. Porém, apenas mudar a metodologia de ensino não significa uma mudança na abordagem pedagógica. Ao trabalhar a Física mediante a exibição de filmes sem uma mudança na postura do professor, sem uma descentralização do ensino na figura docente, não se rompeu com o método tradicional.

Propõe-se o uso do cinema no ensino-aprendizado da Física como uma alternativa para romper com a barreira do tradicional e situar o professor em uma 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 serem 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.

De fato, ela abre possibilidades à materialização de uma maneira diferente de ensinar que, em alguns momentos, pode assustar e gerar resistências, principalmente se não for bem compreendida pelos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem: educadores e educandos, acostumados ao ensino de Física pautado na exposição de conteúdos. Mas, por outro lado, essa novidade do uso do cinema na sala de aula pode quebrar a rotina e transformar-se em elemento não somente de curiosidade, mas, sobretudo, de motivação e participação ativa no desvelar da realidade, de mútua troca e construção de saberes e vivências no campo educacional.

Nessa perspectiva, para o professor trabalhar sistematicamente com o cinema em sala de aula não basta simplesmente exibir os filmes, faz-se necessário indagar-se em termos: das possibilidades técnicas e organizativas para a exibição dos filmes; do uso possível de determinado filme e sua relação com o tema escolhido para discussão pedagógica; da



articulação do conteúdo fílmico e sua articulação com o currículo/conteúdo debatido em relação com os objetivos pretendidos; da adequação à faixa etária e nível sociocultural e de conhecimento cinematográfico dos educandos e dos educadores; da forma de abordagem do filme escolhido dentro da disciplina específica ou no caso de uma abordagem interdisciplinar; e atentar para a sua própria condição de educador e mediador entre a obra fílmica e os alunos.

Não só o aprendizado da Física pode ser fomentado durante a exibição de um filme, mas podemos trabalhar a interdisciplinaridade, pois eles não contêm apenas aspectos específicos da Física. Reportam-nos também à abordagem dos contextos sócio-histórico e político-cultural, à dimensão geográfica, estética e artística, dentre outros aspectos. Conduz, assim, à exigência constante de um educador capaz de defrontar-se com a complexidade do conhecimento e das sociedades contemporâneas, rompendo as fronteiras entre as disciplinas e campos do saber.

Ao longo desse processo investigativo utilizou-se a entrevista, escolhida em função da especificidade dos objetivos deste trabalho. São três as modalidades complementares de entrevista: entrevista projetiva, centrada no uso de técnicas audiovisuais para fins de pesquisa; discussões em grupo, uma das modalidades da entrevista não estruturada, ou seja, aquela na qual o entrevistador aborda livremente um ou mais temas, mediante o uso de um roteiro temático; e, ao final do quinto encontro, utiliza-se da entrevista estruturada ou padronizada, com a aplicação de questionários com questões abertas e fechadas, a fim de apreender as opiniões individualizadas dos informantes desta pesquisa. Além das entrevistas, utilizou-se a observação direta como técnica de coletas e registro de dados/informações complementares às entrevistas. Através da observação direta aprende-se os pontos de vista dos informantes sobre a temática proposta para estudo, com base em uma situação vivencial de ensino da Física pela via das obras cinematográficas, além do registro escrito das suas interações, expressões verbais e não verbais, inquietações, significados, dentre outros elementos relevantes. Ressalta-se a tentativa de garantir uma triangulação na coleta de dados/informações, mediante a adoção de técnicas/metodologias complementares de pesquisa na área social.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa perspectiva metodológica, trabalhou-se em grupos de uma escola pública do estado de Goiás, localizada em Goiânia. A escolha dos grupos foi feita através de convites em salas de 2º série e de 3º série do Ensino Médio do período matutino. Dada a especificidade dos objetivos desta pesquisa, a opção pela abordagem qualitativa conduziu a adoção por uma



amostragem não probabilística intencional para garantir a representatividade, aprofundamento, heterogeneidade e abrangência dos dados e informações a serem obtidos. Essa amostragem consiste em uma técnica de seleção dos informantes de pesquisa na qual o pesquisador escolhe seus interlocutores preferenciais com relação ao recorte do objeto e objetivos de estudo e, para tanto, define critérios para realização desta escolha, que são: jovens estudantes da escola interessados e com desempenho satisfatório em sala de aula, e estudantes desmotivados/desinteressados e com desempenho insatisfatório. Ressalta-se que os alunos escolhidos nunca haviam estudado Física com a mediação de obras cinematográficas, habituados com o ensino tradicional dos conteúdos desta disciplina.

Quando questionados sobre a dificuldade de relacionar a Física com o seu cotidiano, apenas 30% dos alunos das turmas pesquisadas afirmaram que encontraram alguma dificuldade. Todos os alunos participantes dessa pesquisa responderam afirmativamente quando foram indagados se apreciavam assistir filmes. A média de filmes assistidos por cada aluno foi de nove filmes por mês. Os gêneros cinematográficos preferidos pelos alunos foram o romance, a comédia, a ação e a aventura. Em relação à metodologia trabalhada os dados confirmam um aumento na produtividade na disciplina, facilita a conexão da Física com o cotidiano e torna as aulas de Física mais dinâmicas e interativas.

Desse quantitativo pesquisado, apenas 22% dos alunos disseram não conseguir distinguir uma cena real de uma cena que se utiliza de efeitos especiais. Mas quando instigados a responder sobre a percepção do som no espaço, aproximadamente 35% das turmas analisadas não acertaram essa questão, afirmando que tal fenômeno deva acontecer. Como se sabe o som é uma onda mecânica longitudinal. Quer isto dizer que o som se propaga através da compressão e distensão de um meio de propagação. Como onda mecânica que é, requer um meio de propagação – precisa de partículas entre as quais a energia da onda possa ser transmitida. Isto significa que no espaço, onde o meio é extremamente rarefeito, não existe maneira de a energia se transmitir entre partículas. Não pode haver vibração e o som não se propaga. É por isso que não ouvimos som no espaço. Um exemplo da representação correta da falta de som no espaço pode ser observado no filme 2001: Uma Odisseia no Espaço.

Outro filme de ficção científica analisado foi Interestelar de Christopher Nolan baseado em conceitos científicos reais, como estrelas de nêutrons, buracos negros giratórios e dilatação do tempo. Em Interestelar, cientistas se atentam para os conceitos corretamente retratados, como os buracos negros e buracos de minhoca. Com a ajuda de Kip Thorne, Nolan usou-se equações da relatividade geral de Einstein quando foram representadas visualmente.



De acordo com Thorne, eles construíram a imagem de forma metódica e com atenção aos detalhes, nas imagens do filme que foram inteiramente baseadas na resolução das equações de Einstein. Thorne também aponta que eles não encontraram nada de novo, mas desenvolveram novas formas de criar simulações, contribuindo assim para o desenvolvimento da ciência.

Observou-se forte envolvimento, participação ativa e interesse dos alunos no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos da Física mediante o uso das obras fílmicas em sala de aula. Muitos deles, nas discussões efetuadas nas aulas indagavam pelo porquê não ensinar a gravidade através de um livro, por que não assistir 2001: Uma Odisseia no Espaço, como ponto de partida para falar sobre forças gravitacionais? Ou discutir a dilatação gravitacional do tempo ao assistir o filme Interestelar? Ou ainda descobrir que a dinâmica orbital, ou seja, o trajeto entre a Terra e Marte é um dos aspectos mais precisos do filme Perdido em Marte, que mostra a realidade do voo espacial: a viagem poderia demorar cerca de oito meses sem a tecnologia atual. Mesmo quando se trata de histórias puramente ficcionais, essas informações ainda podem ser usadas como excelentes ferramentas no aprendizado de Física.

Outro aspecto indicativo da potencialidade motivadora desta metodologia, em termos de fomentar o interesse dos alunos pelo aprendizado da Física, diz respeito à participação ativa dos mesmos nos encontros, através da atenção constante, expressa no silêncio e no olhar ávido para a tela durante a exibição dos filmes; da capacidade de articular as cenas com a Física e a vida cotidiana durante os debates; das problematizações e perguntas intempestivas que emergiam com anseio e interesse em apreender informações e conhecimento teórico-prático; das elaborações de caráter preliminar indispensáveis à conquista da autonomia intelectual.

Vale ainda ressaltar a reação de surpresa, curiosidade, interesse e aceitação diante do convite em participar desta experiência. Desde o início, os alunos expressaram interesse em participar da pesquisa mediante a metodologia proposta. De fato, o interesse constitui-se no elemento que evidencia a motivação, seja esta de natureza intrínseca, relacionada aos elementos subjetivos, ao desejo e busca de autonomia por parte do sujeito, ou de natureza extrínseca, aquela que envolve as relações e interações deste sujeito com o meio. Nos fatores capazes de despertar esta motivação extrínseca, destaca-se a adoção de metodologias facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem, aqui utilizadas.

A metodologia utilizada concebeu possibilidades de envolvimento afetivo com a narrativa, com os personagens, suas emoções e reações diante de problemas vividos na tela, conduzindo os educandos a transcender a posição de receptor passivo dos conteúdos para fazer-se ativo no processo de elaboração e ressignificação dos conteúdos inscritos nos filmes. O



despertar da afetividade, somados à razão e à imaginação no processo de ensino-aprendizagem, encarnam elementos motivadores para os educandos envolvidos nessa vivência pedagógica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As vantagens da utilização pedagógica de filmes, descritas na literatura, incluem sua potencialidade como mecanismo de sensibilização, de ilustração, de simulação, como conteúdo de ensino, de integração e de avaliação, para mencionar os aspectos mais significativos. Apesar de ser uma arte “centenária”, o cinema é ainda utilizado de modo muito incipiente nas escolas, uma vez que os professores desconhecem as possibilidades dessa metodologia de ensino, subutilizando-a como um passatempo. Os títulos cinematográficos devem ser trazidos para o espaço escolar para que populares, envolvendo conceitos científicos, possam ser avaliados e debatidos, estabelecendo-se maiores possibilidades de diálogo entre as ciências da natureza, as humanidades e o senso comum. É essa possibilidade, e riqueza de linguagens, que precisa ser abordada como mais um recurso lúdico para o ensino das ciências.

Entretanto, observa-se que poucos professores elegem os filmes como uma das etapas do processo ensino-aprendizagem, não estabelecendo a relação entre eles e as ideias científicas em tela. Tal fato deve-se, em grande medida, às dificuldades enfrentadas pelo professor no que concerne à construção de roteiros que permitam a discussão e a construção de resenhas críticas por parte dos estudantes. O desconhecimento de títulos apropriados também caracteriza outro ponto problemático dessas ações. Dentre os vários aspectos relacionados a esta pesquisa, concluiu-se que:

- 1) Enumera possibilidades do uso da ficção científica no despertar o interesse do aluno por temas científicos;
- 2) Fundamenta a questão da ficção científica como tributária de uma cultura tecno-científica;
- 3) Estabelece possibilidades do uso do gênero na formação de habilidades, atitudes, convicções e capacidades cognitivas, como componentes do conteúdo escolar e fortalecimento das colaborações com outras instituições;
- 4) Estrutura instrumentos conceituais para a formulação de atividades com o uso de filmes de ficção científica;
- 5) Utiliza esses instrumentos com uma equipe piloto de professores de Física do ensino médio e avalia o uso concreto da ficção científica como recurso didático em sala de aula.



A partir da vivência pedagógica, percebeu-se que os filmes são um meio de entretenimento presente na adolescência. Levando essa diversão para a sala de aula obteve-se resultados positivos. A metodologia teve aprovação unânime, pois os alunos se mostraram mais interessados nas aulas e à medida que as etapas foram realizadas, percebia-se, em seus rostos, a clara evolução dos educandos no sentido de analisar e debater sobre o trabalho.

Outro aspecto de grande relevância, acabou sendo as belas discussões que extrapolaram o tema escolhido para a ser trabalhado. Outras questões foram abordadas por parte dos alunos com perguntas motivadas com base nos filmes exibidos. E, para além da Física, conteúdos de outras disciplinas emergiram durante os debates, nos alertando para o caráter interdisciplinar dos saberes necessários ao desvelar e intervir na complexidade do real. Os resultados encontrados parecem nos indicar que o uso das obras cinematográficas em sala de aula como vantajosa à motivação e ao processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos da Física.

A partir das concepções de Bachelard, percebe-se que os obstáculos ainda não foram derrubados. Os velhos conceitos respondem melhor às estruturas e normas disciplinares, cartesianas de fragmentação e dualidades vigentes. Os alunos estão reféns da estrutura organizacional e ainda não se envolveram suficientemente no espírito da mudança paradigmática para contrapor-se ao paradigma vigente.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. A formação do espírito científico. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

_____.O racionalismo aplicado. Trad. Por Nathanael C. Caixeiro. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

CUNHA, P.V.P. Física do filme Interstellar. Gazeta de Física, v. 38. N.1, 2015. P. 18-21.

EINSTEIN, A. Teoria da relatividade: sobre a teoria da relatividade especial e geral. Porto Alegre, L&PM Pocket, 2015.

KUBRICK, Stanley. 2001: uma odisseia no espaço. Com: Keir Dullea e Gary Lockwood. Vídeo. DVD. Cor. 148 min. Warner, 1968.

LOPES, A. R. C.; Bachelard: Filósofo da Desilusão. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Santa Catarina, volume 13, nº 3, 1996.

LOPES, E.M. O discurso ficcional: uma tentativa de definição. Dissertação de mestrado. Faculdade de Letras da UFMG, Belo Horizonte. 2000.

NOLAN, C. (dir.). Interstellar. Com Matthew McConaughey e Anne Hathaway. Vídeo. DVD. Cor. 169 min. Warner, 2014.



SANTOS, E.G.; PASINI, M.; RUDEK, K. Reflexões sobre o uso da mídia cinematográfica no Ensino de Ciências e Biologia nos ENEBIO. In: Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Águas de Lindóia, SP: ABRAPEC, 2015.

SANTOS, E.G.; PASINI, M.; ANJOS, C. S. A Possibilidade do Uso dos Filmes na Prática Docente: uma análise nos eventos ANPED e CIECITEC, 2016

SCOTT, Ridley (dir.). Perdido em Marte. Com Matt Damon e Jessica Chastain. Vídeo. DVD. Cor. 141 min. Fox, 2015.

THORNE, K. The Science of Interstellar. Nova Iorque: W. W. Norton & Company, 2014.