

Vitruvian Cogitationes – RVC

Utilização da trilogia “Homem-Aranha” como recurso didático para o Ensino de Biologia

Utilizando la trilogia “Hombre-Araña” como recurso de enseñanza para la Educación Biológica

Using the “Spider-man” trilogy as a teaching resource for Biological Education

Rayanne Sborowski Navarro Modesto

Universidade Estadual de Maringá – UEM; rayannes.n.m@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0001-2632-9061>

André Luis de Oliveira

Universidade Estadual de Maringá – UEM; aloprof@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9168-4035>

Resumo: O processo de alfabetização científica é de extrema importância para a formação cidadã dos estudantes que cursam o Ensino Médio. Este processo depende do professor orientá-los da melhor forma possível para que os alunos desenvolvam o raciocínio crítico, sendo então capazes de discernir fatos, acontecimentos e conceitos científicos dos que são apenas conhecimento de senso comum. Para isso, o professor pode utilizar várias modalidades didáticas e recursos que possam auxiliar na compreensão de conceitos e percepção crítica da Ciência na Sociedade. No caso deste ensaio, optamos por um olhar sobre os filmes de Ficção Científica, um instrumento audiovisual com alto potencial didático. O objetivo deste trabalho foi realizar análises de filmes da trilogia “Homem-Aranha” (2002), a fim de averiguar se o conteúdo científico abordado é de cunho realístico ou fantasioso. Para este processo, foi separado em categorias os conceitos identificados nos filmes de acordo com as grandes áreas do conhecimento científico e, a partir dessas categorias, algumas cenas previamente selecionadas foram analisadas. De modo geral, foi observado que os filmes selecionados, utilizaram-se dos conceitos científicos para a realização da história de modo fantasioso e de maneira lúdica. Contudo, foi possível perceber o potencial didático dos filmes analisados para o Ensino de Biologia, especialmente para os seguintes temas: classificação biológica, aspectos químicos e físicos de processos biológicos, genética molecular e bioquímica, de uma maneira mais curiosa e instigante, podendo despertar maior interesse pela aula e, por conseguinte, para o processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: recurso didáticos; ficção científica; ensino e aprendizagem.

Resumen: El proceso de alfabetización científica es de suma importancia para la formación ciudadana de los estudiantes que asisten a la escuela secundaria. Este proceso depende de que el docente los guíe de la mejor manera posible para que los estudiantes desarrollen un razonamiento crítico, pudiendo así discernir hechos, eventos y conceptos científicos de aquellos que son solo conocimientos de sentido común. Para ello, el docente puede utilizar diversas modalidades didácticas y recursos que ayuden en la comprensión de conceptos y la percepción crítica de la Ciencia en la Sociedad. En el caso de este ensayo, optamos por mirar el cine de ciencia ficción, un instrumento audiovisual con alto potencial didáctico. El objetivo de este trabajo fue analizar películas de la trilogía Hombre-Araña (2002), con el fin de determinar si el contenido científico abordado es realista o fantástico. Para este proceso, los conceptos identificados en las películas se separaron en categorías según las amplias áreas del conocimiento científico y, a partir de estas categorías, se analizaron algunas escenas previamente seleccionadas. En general, se observó que las películas seleccionadas utilizaron conceptos científicos para crear la historia de manera fantástica y lúdica. Sin embargo, fue posible percibir el potencial didáctico de las películas analizadas para la Enseñanza de la Biología, especialmente para los siguientes temas: clasificación biológica, aspectos químicos y físicos de los procesos biológicos, genética molecular y bioquímica, de una manera más curiosa y sugerente. Lo que podría despertar un mayor interés en la clase y, por tanto, en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Palabras-clave: recursos didácticos; ciencia ficción; enseñanza y aprendizaje.

Abstract: The process of scientific literacy is of utmost importance for the citizenship formation of students who attend high school. This process depends on the teacher guiding them to the best of their ability for students to develop critical thinking, and then being able to discern scientific facts, events, and concepts from those that are merely common sense knowledge. For this, the teacher can use various didactic modalities and resources that help in understanding concepts and critical perception of Science in Society. In the case of this essay, we opted for a look at the Science Fiction films, an audiovisual instrument with high didactic potential. The objective of this work was to perform the analysis concerning the films of the 2002 Spider Man trilogy, to verify if the scientific content approached was realistic or fantasy. For this process, the concepts identified in the movies were separated into categories according to the major areas of scientific knowledge, and could then perform the analyzes of the scenes previously selected. What can be observed, is that the films selected for the analysis, in general, deals with the scientific concepts based on the realization of the story, in a fantasy and playful way, but this fact does not rule out the possibility of using them. Trilogy films as a didactic resource in Biology classes. It is a way of referencing the concepts of Biological Classification, chemical and physical aspects, Molecular Genetics and Biochemistry, in a more curious and thought-provoking way, making students arouse greater interest in the class, being a possibility for higher performance. In the teaching and learning processes.

Keywords: didactic resource; science fiction; teaching and learning.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Oliveira (2013), a ciência possui grande influência em nosso cotidiano que seria impossível imaginar viver sem ela, pois ela é a principal responsável pelos avanços tecnológicos. Por outro lado, também alavancou alguns problemas éticos, como a clonagem, manipulações genéticas, uso de animais no laboratório entre outros.

Nesse contexto, encontram-se os conhecimentos biológicos para a compreensão do fenômeno vida, objeto de estudo da Biologia. Ao que se refere o termo Biologia, Mayer e El-Hani (2005) destacam duas vertentes para esta definição, a Biologia funcional e a Biologia histórica. A biologia funcional trata sobre a fisiologia de todas as atividades dos organismos vivos, principalmente levando em consideração os processos celulares e os do genoma. Já a Biologia histórica, é indispensável para oferecer explicações de aspetos do mundo vivo que envolvam escala de tempo histórico, como por exemplo, o estudo sobre evolução.

Como vimos, a Biologia é uma ciência de suma importância e não podemos relegar a sua complexidade. O mesmo acontece, quando os professores precisam realizar uma transposição didática dos conhecimentos biológicos para conteúdos escolares. Por isso, o professor em sala de aula deve ser o mediador da ciência e do conhecimento para os alunos.

Atualmente, os recursos disponíveis para a inovação da atuação dos profissionais docentes em sala são muito amplos, ou seja, há uma grande demanda de recursos com potencialidade de uso, mas que dependem de fatores como o esforço e saída da zona de conforto relacionado à disposição de experimentar novas propostas educativas, disponibilidade de materiais, equipamentos e instalações da estrutura física da escola (Lepienski; Pinho, 2007). Contudo, o mais importante é considerar a criatividade do professor para saber conciliar as situações de ensino e aprendizagem com a melhor opção a ser escolhida em relação aos recursos disponíveis.

Ens e Donato (2011), argumentam que a atividade de ensinar, realiza-se a partir de conhecimentos específicos do professor, advindos de sua formação e a capacidade de buscar alternativas para facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Dentre as várias possibilidades de recursos didáticos que o professor pode escolher, uma considerável opção seria a utilização de filmes.

A vantagem de se utilizar vídeos como recurso didático é por serem considerados uma importante ferramenta para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, pois potencializa o interesse das aulas, tornando-as mais dinâmicas, elevando o nível de participação dos alunos (Ribeiro *et al.*, 2016).

Para reforçar a importância da utilização de recursos audiovisuais nas aulas de Biologia no Ensino Médio, Freitas (2013) aponta que:

Podemos estabelecer como sinônimo do método audiovisual o recurso áudio-lingual, sendo este insubstituível no processo da construção do conhecimento. As técnicas inovadoras através de sons e imagens procuram por meio de propostas de ensino atender e dar suporte necessário para determinado conteúdo interdisciplinar ou não. Tal método abre oportunidades distintas, podendo servir de alicerce de propostas de ensino a longo e médio prazo. Trata-se de uma metodologia baseada em fixação de imagens, por mediante de sons ou não, tendo finalidade de criação, decorrente de sua reprodução, impressão de movimentos, efeitos e transições de vídeos (Freitas, 2013, p.18).

De acordo com Piassi e Pietrocola (2009), é decorrente o uso deste recurso didático por vários professores na rede de Educação Básica, e mais ainda no Ensino Médio formal. Para Moreira e Rodrigues (2017), a ficção científica não só explora temas fantasiosos, como terror, magia e fantasmas, mas sim, temas de cunho científico, que envolvem suas tecnologias e suas práticas. Um outro olhar e uma outra vantagem, seria a ilustração e a demonstração, por meio de imagens, de conceitos abstratos, ou seja, aqueles que, por sua vez, não são palpáveis aos alunos, deixando de uma forma mais clara, com o auxílio a imaginação e das imagens, uma visualização mais concreta, por exemplo, do que seria uma célula ou um dinossauro.

Nesse contexto, imbuídos pelo desejo de responder a seguinte questão de pesquisa: Que conteúdos biológicos poderão ser extraídos da trilogia “*Homem-Aranha*” para serem utilizados em situações de Ensino de Biologia? Para responder essa questão, sinalizamos como objetivo geral: analisar conceitos biológicos que são abordados na trilogia “*Homem-Aranha*”, de maneira qualitativa com o intuito de organizar situações de ensino de Biologia.

No mesmo sentido, temos como objetivos específicos: identificar os conceitos biológicos presentes nos filmes; averiguar se os filmes tratam esses conceitos de forma fantasiosa ou com um enquadramento científico; classificar os conceitos apresentados na trilogia, de acordo com as grandes áreas da biologia; utilizar o resultado destas análises de forma a montar um roteiro contendo instruções para um docente de biologia ter parâmetros para analisar um filme e utilizá-lo como instrumento pedagógico.

2 PERCURSO METODOLÓGICO

Para a formação e desenvolvimento de crianças e jovens mais conscientes, é preciso que, desde a Educação Básica seja trabalhada a Ciência com vistas à Alfabetização Científica. De maneira mais direta, a alfabetização científica, ou também conhecida pela sigla ACT (Alfabetização Científico-Tecnológica), é descrita por Auler e Delizoicov (2001, p. 2), como um termo que abrange um vasto leque de significados, que podem ser traduzidos por meio de expressões, como por exemplo: “Popularização da Ciência; Divulgação científica; Entendimento público da ciência e Democratização da ciência”.

Na perspectiva Auler e Delizoicov (2001), a democratização dos conhecimentos é de fundamental importância, para que seja possível ocorrer a melhoria do desenvolvimento da sociedade, e esse processo é intermediado pela Alfabetização Científico-Tecnológica. Dentre os principais objetivos da ACT, encontra-se a tentativa de buscar uma autenticidade na participação dos indivíduos da sociedade em questões que envolvem ciência e tecnologia.

A vertente para promover a Alfabetização Científica em sala de aula com o auxílio da utilização de filmes do gênero de Ficção Científica, de acordo com Leite (2015), aborda três eixos básicos: a primeira vertente é a de que se é necessário entender e compreender a natureza da ciência e do conhecimento científico, incluindo suas incertezas, o contexto histórico em que este conhecimento foi construído, os debates filosóficos sobre a ciência e suas características sociais; o segundo eixo é a identificação e reconhecimento da importância do significado dos conceitos e das teorias científicas nos processos diários, promovendo o reconhecimento das relações entre o conhecimento científico e a vida cotidiana do aluno e por fim; o terceiro eixo, reporta a relação de clareza dos aspectos sócio científicos envolvidos nas diversas situações da vida, principalmente as relacionadas com o levantamento de questões de problematizações no âmbito da ciência, tecnologia e sociedade.

Alinhado a essa ideia, é necessário reconhecer a importância da alfabetização científica tanto em espaços formais de ensino, como escolas e universidades, como também, em ambientes informais, como por exemplo: museus, cinema, exposições, parques de reservas naturais, entre outros.

Para Sasseron (2015), o ensino de Ciências por investigação, que orienta o estudante a trilhar o seu próprio caminho por meio de recursos ofertados à eles, com o objetivo de estabelecer uma resolução para determinado problema, favorece o processo de alfabetização científica.

Além disso, Sasseron (2015) complementa que, o processo de alfabetização científica dos indivíduos não é algo dinâmico, ou seja, vai além de ler, compreender e interpretar termos científicos. Trata-se de um movimento contínuo, que vai desde a escolarização básica até a vida adulta, com vistas a formação de cidadãos críticos, com mais autonomia e racionalidade em

relação as novas informações que irão surgir conforme a evolução da ciência e do conhecimento, com condições de procurar meios confiáveis para investigar se tal informação possui cunho científico ou não. A autora indica que:

Sob essa perspectiva, a Alfabetização Científica é vista como processo e, por isso, como contínua. Ela não se encerra no tempo e não se encerra em si mesma: assim como a própria ciência, a Alfabetização Científica deve estar sempre em construção, englobando novos conhecimentos pela análise e em decorrência de novas situações; de mesmo modo, são essas situações e esses novos conhecimentos que impactam os processos de construção de entendimento e de tomada de decisões e posicionamentos e que evidenciam as relações entre as ciências, a sociedade e as distintas áreas de conhecimento, ampliando os âmbitos e as perspectivas associadas à Alfabetização Científica (Sasseron, 2015, p. 8).

No contexto da Alfabetização Científica, encontramos muitos filmes de ficção científica que podem contribuir com esse processo, desde que analisados e explorados de forma assertiva. A Ficção Científica teve sua origem no final do século XIX com os homens Júlio Verne e H.G. Wells, neste caso, autores que influenciaram definitivamente as sequências deste gênero, no caso de Wells, utilizava a sua criação fantasiosa para promover crítica social (Piassi; Pietrocola, 2009 p. 527). Mas como deve ser trabalhado um conteúdo com o auxílio do uso de filmes do gênero de ficção científica?

Primeiramente, de acordo com Takata (2017), é necessário que haja tempo adequado para se trabalhar, planejamento curricular e infraestrutura. É um meio de trabalhar informações que instiga a curiosidade do aluno e esforça-os a desenvolver o vocabulário científico, de tal forma que o próprio aluno construa o seu conhecimento. Para o mesmo autor, uma boa aula construída e planejada com o uso de filmes de ficção científica ultrapassa a linha que preza pelo conteúdo, que se caracteriza por aulas tradicionalistas com ênfase na transmissão de informações.

Dentro do universo de filmes de Ficção Científica com várias opções a serem realizadas, como saber se determinado filme é adequado para a aula de um conteúdo? Quais critérios devem ser considerados para realizar tal escolha? Conforme Moreira e Rodrigues (2017), o principal aspecto a ser considerado se refere as potencialidades didáticas que podem ser exploradas no filme, ou seja, os conceitos abordados que possuem relação ao que foi trabalhado em sala de aula, se este filme estimulará a curiosidade e atenção dos alunos, além de ser um recurso produtivo no sentido de informações e plasticidade de abordagem dos conceitos científicos.

Esta pesquisa se configura como qualitativa descritiva, tendo por base o objetivo principal da análise dos conceitos biológicos abordados em filmes da trilogia “*Homem-Aranha*” 2002, que foi referência das análises, caracterizando-os para enquadrá-los nas grandes áreas da Biologia. Segundo Flick (2009), há diferentes abordagens à análise de dados na pesquisa qualitativa, sendo alguns deles mais gerais e outros mais específicos para determinados tipos de dados, todas elas têm em comum o fato de serem baseados em análise textual.

A análise dos conceitos biológicos abordados nos filmes foi realizada com base na observação dos longa-metragem *Homem-Aranha* (2002), *Homem-Aranha* (2004) e *Homem-Aranha* (2007) de maneira completa. Posteriormente, foi organizada uma lista de acordo com a sequência em que os conceitos apareceram no decorrer do filme. Com todos os conceitos e palavras-chave retirados do filme e organizados em uma lista, o próximo passo foi enquadrá-los nas grandes áreas do conhecimento biológico. Assim, foi concluída a análise qualitativa, por meio da qual relacionamos as áreas do conhecimento biológicos a um conjunto de palavras-chave e conceitos científicos.

Para a análise dos filmes utilizados nesta pesquisa, foi realizada a montagem de categorias para didaticamente ser classificado os conceitos biológicos tratados nos filmes da primeira trilogia *Homem-Aranha* (2002). As categorias iniciais são: Contextualização do filme; Classificação biológica; Genética molecular; Conceitos químicos e físicos e Bioquímica.

Separados os conceitos em categorias iniciais, a priori, a análise seguiu em direção a averiguar se estes conceitos são tratados de maneira fantasiosa ou seguem a fidelidade científica em sua abordagem, que por sua vez, é considerada a categoria intermediária. Para o auxílio desta análise, foram pesquisados os conceitos previamente selecionados para comparar o que foi retratado nos filmes em relação ao que a ciência já testou e averiguou.

Após esta etapa, o objetivo foi de propor a categoria final, constituída por novas ideias para as aulas de Biologia no Ensino Médio utilizando como ferramenta didática as cenas selecionadas para a análise, com o intuito de enriquecer a aula, tornando-a mais atrativa e curiosa, despertando o maior interesse dos estudantes e também proporcionando o processo de alfabetização científica de uma maneira mais inusitada e divertida.

Para a apresentação dos resultados das diferentes etapas desenvolvidas, utilizamos do referencial teórico-metodológico da análise textual discursiva (ATD) de acordo com Moraes e Galiazzi (2016), que é utilizada como método para proporcionar a interpretação e a posterior comunicação dos resultados em um meta-texto, no qual é discutido os resultados das análises que foram realizadas a partir das categorias definidas previamente.

3 CONCEITOS BIOLÓGICOS E SUA ABORDAGEM NA TRILOGIA

No ano de 2002, foi lançado o primeiro filme da trilogia, *Homem-Aranha*, com direção de Sam Raimi, tendo muita repercussão na área cinematográfica por ser um dos primeiros filmes baseados em histórias em quadrinhos a ir para as telas do cinema.

A história se inicia quando o jovem Peter Park faz uma visita à um laboratório de genética da cidade ne Nova York com sua turma da escola, e lá, é picado por uma aranha geneticamente modificada. Este é o início de toda a jornada do futuro Homem-Aranha. Depois da visita ao laboratório, Peter retorna a casa de seus tios e percebe que tem algo estranho acontecendo com o seu corpo até que fica inconsciente. No dia seguinte quando desperta, o jovem se espanta com as modificações em seu corpo, como a melhoria na visão e no aumento de sua musculatura.

No decorrer do longa-metragem, já sendo o *Homem-Aranha*, Peter assume um papel de vigilante auxiliando o trabalho da polícia na cidade, proporcionando salvamentos e resoluções de crimes. Nesse contexto, surge um vilão, o Duende Verde, que foi criado por meio de modificações genéticas na indústria Oscorp, que possuíam pesquisas para fins militares. A rivalidade ganha forças e a disputa pelo poder acaba quando ocorre a morte do Duende Verde, seu amigo Harry fica órfão e Peter conquista o seu grande amor do colégio, Mary Jane Watson.

Diante da breve contextualização da estória que desencadeou a trilogia, podemos perceber que o longa-metragem trabalha com conceitos científicos e biológicos, dentre eles, conceitos de genética molecular, mutações, e de zoologia, especificamente sobre os invertebrados, ordem de artrópodes da classe Arachnida que inclui as espécies conhecidas pelos nomes comuns de **aranhas** ou **aracnídeos** (Hickman, 2016).

Primeiramente, os conceitos serão descritos de acordo com a normativa biológica e científica, posteriormente, irão ser comparados à forma que o filme aborda estes conceitos. De acordo com a classificação biológica, as aranhas estão inseridas na classe Arachnida, uma das ordens de artrópodes. Suas principais características estão relacionadas à forma de vivência no ambiente, sendo elas a presença de glândulas na extremidade posterior do abdome que produzem seda para a construção de teias (Hickman, 2016).

Levando em consideração a análise do primeiro filme da trilogia, o conceito principal retratado é o da aranha geneticamente modificada. A comparação que pode ser feita em relação ao termo biológico correto, é a de que, a aranha do filme que pica o garoto, sofreu modificações genéticas, sendo resultado da hibridização de três aranhas com características específicas para a formulação de uma nova espécie mais ágil e mais resistente. As aranhas que foram utilizadas para esta hibridização foram da família Sparassidae, Filistatidae e a última, da mesma família que a popular viúva negra, Theridiidae.

A forma de abordagem no filme, reflete conhecimentos fidedignos à genética. A manipulação do DNA com o objetivo de obter uma espécie geneticamente modificada, ou também denominada de espécimes híbridos, é uma realidade no meio científico de pesquisa para melhoramento em atividades de aquicultura, e também, na área do agronegócio, com a seleção de características mais resistentes, visando a manipulação do material genético de espécies de sementes e grãos, chamado de transgenia, com o objetivo do agronegócio obter maior produtividade com melhor qualidade do produto.

Abrangendo a visão do filme em relação aos conceitos sobre hibridização de espécies, pode ser articulado a perspectiva fantasiosa apresentada no filme, em relação a aranha geneticamente modificada, ao contexto real da ciência, para deixar evidente que, apesar do filme tratar o assunto de maneira fantasiosa, a abordagem em relação ao hibridismo de espécies de fato é aplicada por pesquisadores no meio científico, como é descrito no exemplo do parágrafo a seguir.

De acordo com a pesquisa realizada por cientistas norte-americanos, Wang *et al.* (2023), foi possível inserir um gene referente ao grupo dos répteis no genoma de um peixe, popularmente chamado de bagre, com o objetivo de aumentar a eficiência do funcionamento do sistema imunológico desses peixes, desenvolvendo maior resistência ao contágio de patógenos, como vírus e bactérias, aumentando assim, a viabilidade e lucratividade da atividade de aquicultura.

Em relação aos termos científicos em destaque na trilogia, é possível explorar tais conceitos na Biologia: gene; genoma; hereditariedade; mutação; manipulação genética e transgenia. As cenas do filme que fazem referência a esses conceitos, poderiam ser utilizadas pelo professor de ciências e biologia como uma metodologia de contextualização e problematização inicial relacionado a introdução de tais conteúdos, sendo possível explorar e utilizar recursos didáticos mais lúdicos, atrativos e que potencializam a atenção e curiosidade dos estudantes em relação ao momento da aula.

Basicamente, a genética pode ser conceituada como o estudo da hereditariedade e das estruturas e funções dos genes. Já a genética molecular, são os estudos direcionados para responder perguntas sobre a história evolucionária humana utilizando as bases moleculares dos genes, é chamada assim por se diferenciar da genética ecológica e populacional (Griffiths, 2016).

Esses estudos são muito importantes para abranger conhecimentos relacionados a outras áreas da Biologia, como por exemplo, o entendimento da evolução, adaptações de espécies a determinados ambientes, variabilidade de características, funcionamento biológico dos organismos, ecologia das relações ecológicas interespecíficas e intraespecíficas, cura e tratamento de doenças, entre outros.

3.1 CONCEITOS BIOLÓGICOS IDENTIFICADOS NO FILME “HOMEM-ARANHA 1”

Os conceitos apresentados no primeiro filme da trilogia, estão atrelados a área do conhecimento de Ciências e Biologia, identificados e classificados em relação a abordagem fantasiosa ou verdadeira, em relação a cientificidade dos termos e suas aplicações no âmbito da ciência e no dia-a-dia, como é mostrado no quadro abaixo.

Quadro 01 - Conceitos biológicos identificados no 1º filme e sua classificação

Nome do filme: <i>Homem-Aranha 1</i> (2002)			
Conceito biológicos associados	Abordagem	Relação com os conteúdos escolares	
Aracnídeos	Fantasiosa	Zoologia de invertebrados	Ecologia (cadeia alimentar)
Genoma	Verdadeira	Genética	Hereditariedade
Manipulação genética	Verdadeira	Células-tronco	Terapia gênica
Espécies híbridas	Fantasiosa	Melhoramento genético	Transgênicos
Reações fisiológicas em humanos decorrente à picada de aranha	Verdadeira	Respostas imunológicas	Diferença de soros e vacinas
Modificação do genoma humano	Fantasiosa	Características do DNA	DNA recombinante
Aquisição de características de aracnídeos por um humano	Fantasiosa	Manipulação do DNA	Organismos geneticamente modificados

Fonte: Autores (2024).

No longa-metragem, em especial no primeiro filme, *Homem-Aranha* (2002), os princípios de genética são abordados nas cenas iniciais do filme. O que é mostrado, são as mutações ocasionadas pela picada de uma aranha geneticamente modificada em laboratório em um estudante. Peter Parker, no momento em que a turma do colégio visita o laboratório de genética da cidade de Nova York. As cenas descritas anteriormente estão ilustradas nas imagens a seguir, ou seja, Figuras 01, 02 e 03.

Figura 01 - Aranha geneticamente modificada



Fonte: Imagem fotografada durante a exibição do filme pela autora (2024).

A nova espécie criada, ou seja, uma espécie híbrida, no ramo da ciência já se sabe que podem ser manipuladas e originadas novas espécies com a mistura de outras duas ou mais espécies diferentes. Essas espécies são denominadas cientificamente por organismos geneticamente modificados, ou seja, possuem o seu genoma (conjunto de toda a informação genética de um organismo) composto por um ou mais genes provenientes de outra espécie (Cruz, 2011).

Figura 02 - Momento em que Peter Parker é picado pela aranha geneticamente modificada



Fonte: Imagem fotografada durante a exibição do filme pela autora (2024).

Esse procedimento é muito utilizado na agricultura para melhoramento de sementes, para adquirirem a maior resistência a pragas ou para a sua melhor e maior produtividade. Cruz (2011) aborda o exemplo do Milho transgênico com o gene *Bt*, no qual foi introduzido genes de Bactérias do solo, como por exemplo, *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), sendo resistente a determinados grupos de insetos (Zancanaro, 2013).

Figura 03 - DNA com genes modificados da nova espécie de aranha criada pelo laboratório de genética da cidade de Nova York



Fonte: Imagem fotografada durante a exibição do filme pela autora (2024).

Este foi um exemplo de híbrido de um organismo vegetal, porém, há poucos registros em que a hibridização foi eficiente no reino animal. No caso mostrado pelo filme nestas cenas selecionadas, a produção de uma nova espécie de aranha mais eficiente e mais resistente em termos ecológicos se demonstra de maneira fantasiosa. Na literatura é encontrado casos de manipulação genética de Bichos-da-seda, com genes de aracnídeos para a maior produção de teias com o intuito de se utilizar no comércio, uma vez que este material orgânico possui maior resistência do que o aço (Escobar, 2012), mas não a formação de uma nova espécie por meio de processos de manipulação genética.

Um outro ponto de vista mostrado e abordado no primeiro filme da trilogia, é a transformação corporal e fisiológica de Peter Parker posteriormente à picada da aranha geneticamente modificada, como é mostrado nas Figuras 04, 05 e 06, correspondentes às cenas do filme.

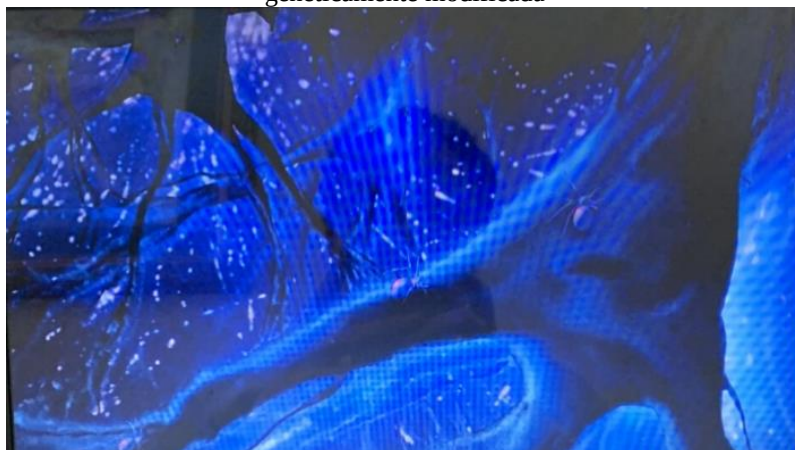
Figura 04 - Condição de Peter Parker após levar a picada da aranha geneticamente modificada



Fonte: Imagem fotografada durante a exibição do filme pela autora (2024).

Quando um indivíduo, no caso, um ser humano é acometido por uma picada de aranha, ocorre uma cascata de reações, como sudorese, inchaço e vermelhidão na região da picada e aumento do batimento cardíaco (Barish, 2018). Neste caso, o filme trata a representatividade das reações no corpo de Peter com veracidade, como é mostrado na Figura 04. Nesta cena a personagem fica pálida, com suor excessivo, fraca, e com o auxílio de efeitos sonoros, é perceptível o aumento da frequência cardíaca, além de mostrar o local da picada inchado e com aspecto de vermelhidão.

Figura 05 - Mudanças no DNA de Peter Parker com a incorporação de genes provenientes da aranha geneticamente modificada



Fonte: Imagem fotografada durante a exibição do filme pela autora (2024).

Já na cena seguinte, é ilustrado a incorporação de genes provenientes da aranha geneticamente modificada pelo DNA do Peter, que por sua vez é um ser humano. Como não há nenhum registro sobre este fato ou algo semelhante na literatura, podemos considerar que se trata de um aspecto fantasioso. Bem como suas posteriores mudanças corporais, como aumento de musculatura, melhoramento da visão e maior agilidade (Figura 06).

Figura 06 - Mudança corporal em Peter Parker após a picada da aranha geneticamente modificada



Fonte: Imagem fotografada durante a exibição do filme pela autora (2024).

A técnica conhecida como a do DNA recombinante, deu espaço para a existência dos organismos geneticamente modificados, tanto na agricultura quanto na pecuária, sendo o primeiro animal transgênico produzido na década de 1970 (Griffiths, 2016).

O funcionamento desta técnica visa estabelecer a troca de informações genéticas entre organismos, responsável pela mistura entre os genes de diferentes espécimes proporcionando uma maior variabilidade genética em comparação aos processos naturais de mutação. O resultado desta técnica é denominado por organismos transgênicos, que são aqueles que contêm um ou mais genes que são transferidos artificialmente de outra espécie, ou seja, que ocorrem em uma recombinação exógena de DNA (Griffiths, 2016).

A aplicação destes procedimentos varia muito na área da agricultura e medicina, sendo elas a melhoria de vegetais tornando-os mais resistentes às pragas e mais nutritivos, aumento da produção, produção de insulina e hormônios do crescimento de bovinos.

Na década de 1990 iniciou-se o projeto Genoma, com o objetivo de mapear o genoma humano. Em 2003, a comunidade científica internacional anunciou o primeiro sequenciamento obtido com sucesso, em 2016, ocorreu o nascimento do chamado Abrahim Hassan, um bebê geneticamente modificado com o DNA de três parentes (Frederick, 2015). Além deste registro, não há evidências científicas que comprovam a possibilidade de uma hibridização de um DNA humano com genes de organismos de outras espécies.

Um outro fator em decorrência da incorporação de genes da aranha ao DNA da personagem, é a produção de teias pelo mesmo. Como é mostrado na Figura 07, representativa da cena correspondente.

Figura 07 - Produção de Teia pelo personagem Peter Parker



Fonte: Imagem fotografada durante a exibição do filme pela autora (2024).

A fabricação de teias pelas aranhas ocorre a partir de uma glândula específica do grupo dos aracnídeos, que por sua vez, é a glândula produtora de fibras proteicas excretadas pelas fieiras, produzindo então as denominadas de teias, uma armação de fios de seda extremamente finos, porém, muito resistentes (Hickman, 2016).

Uma vez não havendo registros de humanos híbridos com genes de outras espécies, o fato do personagem produzir teias pode ser considerado fantasioso.

O Filme apresenta uma situação curiosa, depois que o jovem Peter é picado pela aranha modificada geneticamente, ele incorpora partes do DNA da aranha em seu próprio genoma, o que faz de seu organismo posterior à picada geneticamente modificado também. Além disso, as características dos aracnídeos que compunha a aranha que o picou mais evidentes, são transferidas para Peter, adquirindo as habilidades de saltos a grandes distâncias, força, aderência nos dedos e produção própria de teia, conforme já mostrado na Figura 07.

De acordo com pesquisas relacionadas a melhoramento genético, ainda não se encontra resultados similares ao que ocorreu no filme, sendo claro que o longa-metragem retrata este fato de forma fantasiosa, o conceito é manipulado para esvair da realidade a criação de um personagem capaz de soltar teias e pairar por entre os prédios da cidade de Nova York.

3.1.1 Aplicação dos conceitos biológicos do filme “Homem-Aranha 1” em aulas de Biologia

As cenas analisadas nos parágrafos anteriores, podem ser utilizadas em uma atividade em sala de aula. Uma sugestão, seria a realização dessa atividade com os alunos do terceiro ano do Ensino Médio, que de acordo com a BNCC, é cumprida a competência específica 3, abrangendo conceitos sobre DNA e tecnologias associadas ao DNA recombinante, com o intuito de resgatar, também, conceitos de genética básica.

A atividade consistiria de um caráter investigativo. O professor selecionaria, dentre as cenas analisadas, as cenas que melhor se enquadrasse nos conteúdos programáticos e trabalhados com a turma, com a finalidade das análises serem realizadas pelos estudantes, comparando o conteúdo científico com os temas e a forma que são abordados na cena do filme em questão.

Poderia ser em grupos de 3 a 4 integrantes, para que, além do esforço pessoal, haver também um desenvolvimento de interações interpessoais, como por exemplo, um debate entre os colegas para o encaminhamento das investigações e formulação de uma conclusão. De acordo com os parâmetros do novo Ensino Médio (BNCC, p.14-15), é dever do âmbito escolar ofertar aos estudantes condições de aprendizagem associadas aos seus interesses, despertando curiosidade, garantindo o protagonismo dos mesmos no processo da construção de conhecimento, explorando assim, as capacidades relacionadas à: interpretação, reflexão, abstração e resolução de problemas.

Seria um bom instrumento para o professor proporcionar uma aula diferenciada aos alunos, como por exemplo, ilustrar os conceitos vistos em sala de aula, visando desenvolver o raciocínio crítico a fim de discernir o que é científico do que é fantasioso, pois a indústria de filmes está cada vez mais investindo em filmes de ficção científica, cujo público alvo são os jovens e adolescentes.

Para isso, o professor pode organizar a turma para uma discussão em forma de apresentação de seminário, na qual um grupo seria responsável por apontar os conceitos tratados nas cenas e o outro grupo por averiguar a veracidade em que os conceitos são tratados no filme, e o professor como mediador, apontando casos reais em que a ciência comprova tais aspectos e outros em que não há registros científicos que comprovam a história relatada no filme.

3.2 CONCEITOS CIENTÍFICOS IDENTIFICADOS NO FILME “HOMEM-ARANHA 2”

Além dos termos relacionados com área da Biologia, conceitos atrelados aos campos de conhecimento físicos, químicos e bioquímicos também são mencionados no enredo do segundo e terceiro filme da primeira trilogia do *Homem-Aranha* lançado para os cinemas, como será descrito nos parágrafos seguintes e apresentados resumidamente no Quadro 02.

Quadro 02 - Conceitos científicos (químicos e físicos) identificados no 2º filme e sua classificação

Nome do filme: <i>Homem-Aranha 2</i> (2004)			
Conceito científicos associados	Abordagem	Relação com os conteúdos escolares	
Reação nuclear	Verdadeira	Núcleo atômico	Bombas atômicas
Átomos	Verdadeira	Elementos químicos	Isótopos
Desastres nucleares	Verdadeira	Produção de energia	Radioatividade
Energia	Verdadeira	Calor	Termodinâmica
Robótica	Fantasiada	Mecânica / Elétrica	Ondulatória
Nanotecnologia	Fantasiada	Estruturas moleculares	Tecnologia

Fonte: Autores (2024).

No segundo longa-metragem da trilogia *Homem-Aranha*, a ideia principal caracterizada pelo primeiro filme é a mesma. O diferencial são elementos do novo inimigo de Peter Parker, um cientista com avanços em uma pesquisa sobre fusão nuclear chamado de Otto Octavius. Para ter controle sobre a fusão nuclear, o cientista desenvolveu quatro braços mecânicos capazes de suportar tamanha energia e calor produzidos pela fusão, no qual estes braços são fixados à coluna vertebral e controlados por um microchip ligado ao cerebelo do pesquisador, conforme figuras 08 e 09 e 10, respectivamente.

Figura 08 - Fusão nuclear do elemento Trítio



Fonte: Imagem fotografada durante a exibição do filme pela autora (2024).

No dia da apresentação do experimento de Otto, a fusão nuclear não ocorre como o esperado e apresenta erros graves na sua execução, causando muitos danos, Peter observa o desastre e logo reaparece como *Homem-Aranha* para salvar as pessoas do caos causado pelo pesquisador, muito frustrado com o desastre da pesquisa e com a intervenção do personagem heroico, Otto declara-se inimigo do herói, e seu objetivo é recriar a máquina para realizar uma nova reação nuclear.

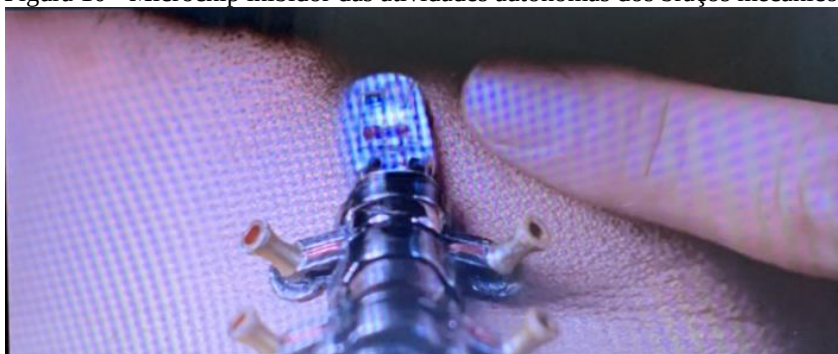
Figura 08: Braços mecânicos para a manipulação da fusão nuclear de Trítio



Fonte: Imagem fotografada durante a exibição do filme pela autora (2024).

Os termos científicos mencionados no segundo filme da trilogia, podem ser analisados quanto a sua natureza e sua relação entre fantasia e realidade. O primeiro termo citado é a fusão nuclear, que se refere a combinação de dois núcleos atômicos para a formação de apenas um, sendo este com o número atômico mais pesado (Brown, 2005).

Figura 10 - Microchip inibidor das atividades autônomas dos braços mecânicos



Fonte: Imagem fotografada durante a exibição do filme pela autora (2024).

No filme, o elemento utilizado para a realização da fusão nuclear é o Trítio, que se caracteriza por ser um isótopo de hidrogênio que contém dois nêutrons e um próton resultando o número de sua massa igual a 3, além de ser um elemento radioativo. Cientificamente, é comprovado que fusões nucleares ocorrem com o elemento Trítio, pode-se exemplificar as reações de produção de energia nas estrelas e no sol, que ocorre uma fusão nuclear onde fundem-se dois núcleos, um de deutério e outro de Trítio, produzindo átomos de Hélio (Arantes, 2018).

Dessa maneira, a essência do que é mencionado no filme é verdadeira em relação a cientificidade dos termos, porém, pode ser observado, dentro do contexto da história a abordagem representativa é fantasiosa, ao que demonstra ser possível reproduzir um pequeno sol a partir desta fusão nuclear, teoricamente de forma controlada e manuseada por um homem cujo os braços robóticos que suportam altas temperaturas, é controlado pelo seu sistema nervoso central por meio da acoplagem de um microchip ao seu cerebelo.

3.2.1 Aplicação dos conceitos científicos (químicos e físicos) apresentados no filme “Homem-Aranha 2” em aulas de Biologia

O que podemos aproveitar destes conceitos abordados no filme, uma vez já trabalhado em sala de aula, é expandir um pouco a aula de Biologia com a interdisciplinaridade com as áreas de química e física.

Por exemplo, se houvesse realmente a possibilidade de ocorrer uma fusão nuclear para a produção de um Sol secundário na Terra, quais seriam as vantagens para o meio ambiente em relação a produção de energia limpa no planeta; o que mudaria em relação ao consumo de energia e sua conscientização por meio da população; ou se a proposta não ocorresse da forma como o esperado, quais seriam as consequências para a biodiversidade do planeta, e se isso seria possível causar uma destruição em massa de espécies ocasionando extinção.

Essa discussão levaria a abordagem de elementos conceituais sobre a vida, produção de energia, relação da humanidade com o consumo de energia, tolerância das espécies a algum tipo de caos caso o experimento não ocorresse como o esperado, bem como possíveis causas que podem levar uma ou mais espécies em extinção.

Esta discussão pode ser guiada pelo professor, ou o próprio professor pode propor uma atividade em sala apontando os pontos a serem pesquisados aos alunos e posteriormente promover uma discussão geral em grupo.

3.3 CONCEITOS CIENTÍFICOS IDENTIFICADOS NO FILME “HOMEM-ARANHA 3”

Ao que se refere os aspectos biológicos, têm continuidade ao do primeiro filme da trilogia, o garoto que possui características do grupo das aranhas que é representado pelo *Homem-Aranha*. No Quadro 03, apresentamos os conceitos científicos identificados no terceiro filme da trilogia.

Quadro 03 - Conceitos científicos (bioquímicos) identificados no 3º filme e sua classificação

Nome do filme: <i>Homem-Aranha 3</i> (2007)				
Conceito científicos associados	Abordagem	Relação com os conteúdos escolares		
Composição química do corpo humano	Verdadeira	Aminoácidos	Proteínas	
Metabolismo e incorporação de moléculas inorgânicas ao DNA Humano	Fantasia	Degradação de biomoléculas	Produção de energia (ATP)	
Transformação molecular do DNA humano	Fantasia	Marcadores Moleculares	Mapeamento genético	

Fonte: Autores (2024).

Seguindo esta linha de raciocínio, a análise do terceiro filme da saga, também da continuidade as características do Homem-Aranha já mencionado anteriormente, mas também inclui uma novidade na história, o surgimento do Homem-Areia (Figura 11).

Figura 11 - Momento em que as moléculas de areia entram no corpo da personagem



Fonte: Imagem fotografada durante a exibição do filme pela autora (2024).

Este personagem é caracterizado por um prisioneiro fugitivo, que em sua fuga entra em um espaço de análises de componentes microscópicos que contém uma máquina com hélices rotativas. No momento que Flint Marko cai nesta área com a máquina, o aparelho liga e começa a girar com o fugitivo dentro das hélices, então o movimento rotacional das hélices produz uma nuvem de areia que se move em alta velocidade, fazendo com que os grãos entrem em seu corpo e atinjam o seu material genético, o transformando em areia, a partir deste momento sua composição corporal passa a ser areia (Figura 12).

Figura 9 - Mudança da estrutura do DNA da personagem com a inserção de moléculas de areia



Fonte: Imagem fotografada durante a exibição do filme pela autora (2024).

Esse relato analisado de um ponto de vista científico, pode-se extrair o conceito biológico de componentes químicos que formam o corpo humano, que são basicamente quatro: carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio (Nelson, 2014). A associação entre esses elementos por vias específicas de ligações químicas e interações intermoleculares formam biomoléculas como as proteínas, lipídeos, aminoácidos e açúcares.

Além destes quatro elementos, outros 17 também estão presentes na composição química do corpo humano, como por exemplo: cálcio, presente nos ossos e nos dentes, encontrado em leite e seus derivados; Cloro, presente no sangue e em outros fluidos corporais, encontrado no sal de cozinha; Cromo, participa do metabolismo dos açúcares, presente na carne bovina; Ferro, componente da hemoglobina, que por sua vez, é o pigmento que transporta oxigênio no sangue, presente em fígado e em carnes vermelhas (Nelson, 2014).

De acordo com as pesquisas realizadas sobre este assunto, não foi encontrado aspectos de que sejam possíveis a absorção, a metabolização e a incorporação de areia pelo corpo humano o que torna esta abordagem fantasiosa no longa-metragem para a criação de um personagem com poderes fantásticos.

3.3.1 Aplicação dos conceitos científicos (bioquímicos) apresentados no filme “Homem-Aranha 3” em aulas de Biologia

Em sala de aula, esta cena pode ser utilizada como gatilho para introdução de um novo assunto relacionado com os componentes químicos estruturais do corpo humano, que habitualmente de acordo com o MEC, é visto e trabalhado no primeiro ano do Ensino Médio. Desta forma, esta cena pode ser o ponto inicial para a discussão deste assunto e posteriormente, trabalhado os conceitos sobre proteínas, lipídios e carboidratos, discutir se é possível o caso da incorporação de moléculas de areia no DNA humano, tornando-o composto estruturalmente por moléculas de areia. Novamente, averiguando e discutindo se este caso é possível de acontecer com embasamentos científicos.

Mas, não seria significativo apenas utilizar este recurso em sala de aula como algo inovador para instigar a curiosidade dos alunos, mas sim, para promover a alfabetização científica em sala de aula.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho, foi de analisar cenas previamente selecionadas da primeira trilogia dos filmes *Homem-Aranha* (2002), para ser averiguado se os conceitos biológicos e científicos são tratados de forma fantasiosa ou com engajamento científico. Para realizar tais análises, o método mais adequado foi o da Análise Textual Discursiva, cuja análise e discussão resultou em um meta-texto.

As cenas analisadas mostraram que os conceitos biológicos e científicos abordados nos filmes selecionados para a pesquisa, na maioria das vezes, são de cunho fantasioso. Contudo, se pautaram em referências científicas, que podem ser utilizadas em aulas de Biologia. Assim, os filmes poderão ser utilizados como instrumento didático, especialmente no tratamento dos seguintes temas: Classificação Biológica; Genética Molecular; Conceitos químicos e físicos e Bioquímica.

Em suma, a utilização de filmes de ficção científica, tais como, os filmes analisados neste ensaio, se configuram como recursos didáticos para enriquecer as aulas, tornando-as mais dinâmicas e produtivas, a fim de instigar a curiosidade dos alunos e favorecer a alfabetização científica.

REFERÊNCIAS

- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Revista Ensaio**, Minas Gerais, v. 3, n. 2, nov. 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10048>. Acesso em: 05 jan. 2021.
- BARISH, A, R. Picada de Aranhas. **Manual MSD**. 2018. Disponível em: <https://www.msdmanuals.com/pt-br/casa/les%C3%B5es-e-envenenamentos/mordidas-e-picadas/picadas-de-aranhas>. Acesso em: 01 jan. 2020.
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Linguagens, códigos e suas tecnologias**, Brasília, DF, dez, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, Brasília, DF, dez. 2018.
- BROWN, L, T. **Química: A ciência central**. Guarulhos: Wtr livros, 9. ed. 2005.
- CUNHA, B, R. O que é letramento científico e qual a sua relação com a cultura científica, percepção pública da ciência e jornalismo científico. **Revista ComCiência**, v. 197, mar. 2018. Disponível em: <https://www.comciencia.br/o-que-e-letramento-cientifico-e-qual-sua-relacao-com-cultura-cientifica-percepcao-publica-da-ciencia-e-jornalismo-cientifico/>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- ENS, R. T.; DONATO, S. P. **Ser professor e formar professores: tensões e incertezas contemporâneas**. Curitiba: Champagnat, 2011, p.79-100.

ESCOBAR, H. Tecnologia natural da seda de aranha desafia a ciência. **Revista O Estado de São Paulo**, Vida. A24, jan. 2012. Disponível em: <http://hertonescobar.com.br/materia/tecnologia-natural-da-teia-de-aranha-desafia-cientistas>. Acesso em: 12 dez. 2019.

FAPESP. **Modelo prediz cenários para a geração de energia por meio da fusão nuclear**. São Paulo: FAPESP, 2018.

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Penso, 1. ed. 2009.

FREDERICK, M. Prevenção de doenças mitocondriais já é realidade no Reino Unido. **Revista Ciência e cultura**, São Paulo, v. 67, n. 3, set. 2015. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252015000300007&script=sci_arttext. Acesso em: 26 fev. 2024.

FREITAS, O. C. A. **Utilização de recursos visuais e audiovisuais como estratégia no ensino da Biologia**. Beberibe, 2013. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências da Saúde) - Universidade Estadual do Ceará, Beberibe, 2013. Disponível em: https://www.uece.br/ppge/wp-content/uploads/sites/58/2021/07/bio_bbrbe_o_freitas-1.pdf. Acesso em: 05 fev. 2020.

GRIFFITHS, A, J. F.; MILLER, J. H. *et al.* **Introdução à Genética**. Rio de Janeiro: Guanabara, 11. ed. 2016.

HICKMAN, J. R.; CLEVELAND, P. *et al.* **Princípios integrados de Zoologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 16. ed. 2016.

LEITE, V, L. **O estudo das diversas formas de produção de energia em uma abordagem CTSA: buscando indícios de alfabetização científica de estudantes do ensino médio**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2015. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/mnpef/o-estudo-das-diversas-formas-de-produ%C3%A7%C3%A3o-de-energia-em-uma-abordagem-ctsa-buscando-ind%C3%ADcios-de>. Acesso em: 22 jun. 2019.

MEYER, D.; EL-HANI, C, N. **Evolução: o sentido da Biologia**. São Paulo: UNESP, 1. ed. 2005.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 3. ed. 2016

MOREIRA, A, J.; RODRIGUES, E. Potencialidade do cinema de ficção científica em contexto de reclusão e o seu impacto na construção de comunidades de aprendizagem. **Revista ICONO**, Portugal, v. 17, n. 2, p. 130-153, jul. 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5525/552559704009/html/#:~:text=Os%20resultados%20rev elam%20que%20a,aprendizagem%20em%20ambiente%20de%20reclus%C3%A3o>. Acesso em: 15 jun. 2019.

NELSON, L. D. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Porto Alegre: Artmed, 6. ed. 2014.

OLIVEIRA, A. G.; SILVEIRA, D. A importância da ciência para a sociedade. **Revista Infarma, Ciências farmacêuticas**, Brasília, v.25, n. 4, 2013. Disponível em: <https://revistas.cff.org.br/infarma/article/view/572>. Acesso em: 22 jun. 2019.

PIASSI, P.; PIETROCOLA, M. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de ‘encontrar erros em filme. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 527, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v35n3/08.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2019.

PINO, C. J. A final, para que servem a história e a filosofia da Biologia? **Revista Educação por escrito**, Rio Grande do Sul, v.7, n. 2, p. 236-252, 2016. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/porescrito/article/view/23151>. Acesso em: 15 set. 2019.

RIBEIRO, E. B.; FERNANDES, E. F.; ALVES, J. Z.; ABREU, A. R.; SILVA, J. D. G.; DANTAS, F. K. S.; ABREU, M. K. F. O uso do vídeo como recurso didático: percepção dos alunos de biologia sobre a influência desse recurso para a aprendizagem. **Revista SBEnBIO**, n. 9, p. 4174-4184, mar. 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/Master/Downloads/RIBEIRO%20et%20al%202016%20O%20uso%20do%20v%C3%ADdeo%20como%20recurso%20did%C3%A1tico%20-%20percep%C3%A7%C3%A3o%20de%20alunos....pdf>. Acesso em: 05 jan. 2024.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/33492>. Acesso em: 08 jan. 2024.

TAKATA, R. Ficção científica ajuda ensino de ciências, desde que haja tempo adequado, infraestrutura e articulação curricular. **Revista ComCiência**, Campinas, ed. jul./ago., 2017. Disponível em: <http://www.comciencia.br/ficcao-cientifica-ajuda-ensino-de-ciencia-desde-que-haja-tempo-adequado-infraestrutura-e-articulacao-curricular/>. Acesso em: 01 jul. 2019.

USP. **Melhoramento genético do Milho**. Piracicaba: USP, 2013.

WANG, J.; SU, B.; XING, D.; BRUCE, T. J.; BERN, S. L. L.; SHANG, M.; JOHNSON, A.; SIMORA, R. M. C.; COOGAN, M.; HETTIARACHCHI, D. U.; WANG, W.; HASINT, T.; AL-ARMANAZI, J.; LU, C.; DUNHAM, R. A. *Generation of eco-friendly channel catfish *Ictalurus punctatus* harboring alligator cathelicidin gene with robust disease resistance by harnessing diferente CRISPR/Cas9-mediated*. **Revista Systems.bioRxiv2023**, jan. 2023. Disponível em: <https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/4zBYnoa4/>. Acesso em: 16 jan. 2024.

Submetido em: 16/01/2024
Aprovado em: 15/02/2024
Publicado em: 28/02/2024



Todo o conteúdo deste periódico está sob uma licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), exceto onde está indicado o contrário.