

Desenvolvimento e aplicação de uma proposta de ensino de ciências baseada no enfoque CTSA a partir de cenas do filme de ficção científica *Avatar*

Wagner José dos Santos
Ivanderson Pereira da Silva

Resumo

O ensino de Ciências deve partir de uma prática problematizadora. Dessa forma, o estudante pode ser capaz de criar, pensar e explorar os tipos de conhecimento, além de buscar soluções para os problemas encontrados. O ensino, partindo desse enfoque, pode contribuir para esta formação e, usando como elo a Alfabetização Científica, desenvolver nos estudantes uma aproximação ao fazer científico. Sendo assim, esta pesquisa partiu da seguinte questão: quais as contribuições do filme de ficção *Avatar* para o desenvolvimento de uma proposta de ensino numa perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)? Este estudo teve por objetivos: explorar as potencialidades do filme de ficção *Avatar*; desenvolver uma proposta de ensino a partir dessa obra; e analisar os resultados da aplicação dessa proposta de ensino na perspectiva de estudantes do ensino médio. A proposta de ensino foi aplicada em uma escola pública do município de Maceió, AL, em seis encontros, ao longo de seis semanas, no período de 30/10 a 4/12/2018. O público-alvo foram 30 estudantes do ensino médio do turno vespertino, com idade entre 17 e 20 anos. A proposta de ensino contou com seis etapas, iniciando com a ambientação e exibição do filme *Avatar* e finalizando com a produção de vídeos pelos estudantes, buscando resolver questões que foram propostas a partir dos temas sociocientíficos emergentes das cenas do filme. As atividades realizadas pelos sujeitos permitiram um ensino próximo da prática científica, sendo fundamental para que os estudantes compreendessem como o conhecimento científico é construído e como pode se tornar um agente transformador da sociedade.

Palavras-chave: Proposta de Ensino. Enfoque CTSA. Alfabetização Científica. *Avatar*.

Wagner José dos Santos

Universidade Federal de Alagoas - UFAL


E-mail: wjs.wagner13@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-4778-5568>

Ivanderson Pereira da Silva

Universidade Federal de Alagoas - UFAL

E-mail: ivanderson@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0001-9565-8785>

Recebido em: 16/09/2019

Aprovado em: 01/09/2020



Abstract

Development and application of a science-based science teaching proposal from scientific science films Avatar

Science teaching must start from a problematic practice. In this way, the student may be able to create, think, explore the types of knowledge, in addition to seeking solutions to problems encountered. Teaching based on this approach can contribute to this formation and using Scientific Literacy as a link can develop students an approach to doing science. Therefore, this research started from the following question: what are the contributions of the fictional film Avatar for the development of a teaching proposal from a Science, Technology, Society, and Environment (CTSA) perspective? This study aimed to: explore the potential of the fictional film Avatar; develop a teaching proposal based on that work; and analyze the results of applying this teaching proposal from the perspective of high school students. The teaching proposal was applied in a public school in the city of Maceió - AL, in six meetings, over six weeks in the period from 30/10 to 12/04/2018. The target audience was 30 high school students from the afternoon shift aged 17 to 20 years. The teaching proposal had six stages, starting with the setting and exhibition of the movie Avatar and ended with the production of videos made by students, seeking to resolve issues that were proposed based on the socio-scientific themes emerging from the scenes of the film. The activities carried out by the subjects allowed teaching close to scientific practice, being fundamental for students to understand how scientific knowledge is constructed and how it can become a transforming agent of society.

Keywords:

Teaching Proposal. CTSA Approach. Scientific Literacy. Avatar.

Resumen

Desarrollo y aplicación de una propuesta de enseñanza de ciencias basada en la ciencia de Avatar de películas de ciencia científica

La enseñanza de la ciencia debe partir de una práctica problemática. De esta forma, el alumno podrá crear, pensar, explorar los tipos de conocimiento, además de buscar soluciones a los problemas encontrados. La enseñanza basada en este enfoque puede contribuir a esta formación y el uso de la Alfabetización científica como vínculo puede desarrollar en los estudiantes un enfoque para hacer ciencia. Por tanto, esta investigación partió de la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los aportes de la película de ficción Avatar para el desarrollo de una propuesta docente desde una perspectiva de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente (CTSA)? Este estudio tuvo como objetivo: explorar el potencial de la película de ficción Avatar; desarrollar una propuesta didáctica basada en ese trabajo; y analizar los resultados de aplicar esta propuesta docente desde la perspectiva de los estudiantes de secundaria. La propuesta docente se aplicó en un colegio público de la ciudad de Maceió - AL, en seis encuentros, durante seis semanas del 30/10 al 12/04/2018. El público objetivo fueron 30 estudiantes de secundaria del turno de tarde de entre 17 y 20 años. La propuesta didáctica contó con seis etapas, iniciando con la ambientación y exhibición de la película Avatar y finalizando con la producción de videos realizados por los estudiantes, buscando resolver cuestiones que se propusieron a partir de los temas socio científicos que emergen de las escenas de la película. Las actividades desarrolladas por las asignaturas permitieron una enseñanza cercana a la práctica científica, siendo fundamental para que los estudiantes comprendan cómo se construye el conocimiento científico y cómo puede convertirse en un agente transformador de la sociedad.

Palabras clave:

Propuesta de enseñanza. Enfoque CTSA. Alfabetización científica. Avatar.

Introdução

No campo do Ensino de Ciências, comumente são noticiados temas científicos e tecnológicos (CARVALHO, 2011), mas pouco se problematizam e se discutem de forma contundente as suas implicações socioambientais. Como exemplo disso, é possível citar o caso dos transgênicos, a construção de usinas nucleares, o tratamento precário do lixo, a emissão de gases por parte das indústrias e o desmatamento excessivo (AULER; DELIZOICOV, 2001).

Um Ensino de Ciências centrado na abordagem das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) pode contribuir para a superação da lógica do ensino tradicional, que parte do pressuposto de que a inteligência é uma faculdade que torna o sujeito capaz de armazenar e reproduzir informações (KRÜGER; ENSSLIN, 2013). O enfoque CTSA seria assim uma via possível para a Alfabetização Científica (AC) dos sujeitos. Para Manassero *et al.* (2003), os objetivos de um ensino baseado no enfoque CTSA passam por: a) formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados; b) criar nos estudantes o interesse por relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais; c) desenvolver a contextualização social dos estudos científicos, por meio das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; e d) fornecer aos estudantes meios para melhorar o pensamento crítico, a resolução criativa de problemas e a tomada de decisões.

No cenário contemporâneo, a escola não pode ser reduzida a um local de transmissão de conhecimento, visto que os estudantes já fazem uso de diversas fontes de informação, como rádio, TV e/ou acesso à internet. Chassot (2003) destaca ainda que não é raro existirem educandos que superam educadores em acesso a fontes de informações, conectados a redes de TV a cabo ou à internet. Dessa forma, ao se ensinar Ciências, deve-se desenvolver nos estudantes uma aproximação com o fazer científico, e para isso é fundamental formular questões, construir hipóteses, pensar em soluções para os problemas levantados, testar essas possíveis soluções e apresentar resultados.

Esse movimento, por meio do qual os sujeitos transcendem a lógica da retenção e da transmissão de informações e passam a ler e compreender os processos do fazer científico, bem como seus reflexos na sociedade e no meio ambiente, tem sido cognominado, na literatura, a partir de sintagmas como ‘alfabetização científica’, ‘letramento científico’ ou ‘enculturação científica’ (BYBEE; DEBOER, 1994; FOUREZ, 1994; HURD, 1998; CHASSOT, 2003). Para Fourez (1994, p. 62, grifos nossos), um sujeito é alfabetizado cientificamente quando “[...] seus saberes permitem certa **autonomia** (possibilidade de pensar sobre suas decisões frente a pressões sociais ou naturais); uma capacidade de **comunicação** (encontrar forma de dizer o que pensa) e um certo **domínio e responsabilidade** frente a decisões concretas”.

De acordo com Auler (2003), é importante as escolas permitirem que os estudantes compreendam as Ciências, suas tecnologias e suas relações com a sociedade como condição para preparar cidadãos para

o mundo atual. Dessa forma, a AC pode se tornar um elemento norteador da prática de ensino nas escolas, pois busca despertar a consciência crítica a respeito do mundo em que vivemos a partir de um conhecimento que é construído inicialmente em sala de aula. Nesse sentido, a AC pode ser entendida como uma das finalidades do Ensino de Ciências na educação básica, tendo em vista a necessidade de fazer com que os sujeitos se tornem capazes de analisar informações de cunho científico e tecnológico, valendo-se de argumentos sobre ciências, tecnologias e suas relações com questões sociais e ambientais (CHASSOT, 2003; VILCHES *et al.*, 2008; SILVA, 2010;).

Entre as abordagens que auxiliam o processo de AC dos estudantes está o enfoque CTSA, que se destaca por trazer discussões sobre as implicações tecnocientíficas no contexto social, buscando meios para que a sociedade possa problematizar os rumos da ciência e da tecnologia no dia a dia. O enfoque CTSA traz para o contexto da sala de aula várias questões, chamadas de questões sociocientíficas (QSC) (SILVA; OLIVEIRA; QUEIROZ, 2011), cuja função é relacionar o ensino de Ciências com problemas presentes no cotidiano dos alunos. Nessa perspectiva, a proposta de ensino com o enfoque CTSA, usando as QSC, busca favorecer a construção do pensamento crítico por parte dos estudantes, a argumentação e a exploração de aspectos científicos, tecnológicos, sociais, ambientais, econômicos e culturais, que contribuem para a AC (BERNARDO; VIANNA; SILVA, 2011), tendo em vista que seu propósito é permitir a apropriação dos conhecimentos científicos por parte dos sujeitos, além de favorecer mudanças que visam proporcionar benefícios para as pessoas, para a sociedade e para o meio ambiente.

Buscando-se entender como o enfoque CTSA contribui para a AC dos sujeitos e como o ensino pode permitir o desenvolvimento de temas correlatos em sala de aula, usou-se como ferramenta o filme de ficção científica *Avatar*, que, apesar de apresentar ideias utópicas/distópicas, potencializa problematizações e diálogos acerca de temas sociocientíficos que podem elevar o senso crítico dos educandos e dos educadores (MENDONÇA, 2010). O filme em questão já foi explorado em outros contextos educacionais, como, por exemplo, na abordagem de diferenças culturais e étnicas (EGGENSPERGER, 2009); na discussão de valores sociais e antropológicos (RINK, 2010); para explorar temas de educação ambiental (RESENDE, 2010); em estudos sobre religiosidade (ADAM, 2010); para estabelecer analogias com a colonização brasileira (CASTRO; FERNANDES, 2014); ou em estudos abordando a relação predatória entre o homem e a natureza (SANTOS FILHO; AMARAL, 2015).

Segundo Santos e Silva (2017), *Avatar* apresenta potencial para o ensino de Ciências por conter elementos de diversas áreas do conhecimento. Em Biologia, o enredo do filme apresenta temáticas relacionadas à ecologia, à evolução, à genética, à fisiologia, à zoologia, à botânica e à origem da vida. Vale salientar também que a obra apresenta ao público uma nova realidade e diferentes formas de refletir sobre as relações entre os seres que compõem o mundo: locais, animais, plantas e humanos. O filme ainda discute

as relações de igualdade e a sacralidade. Uma descrição mais detalhada dessa obra será apresentada na seção seguinte.

O filme Avatar

Avatar é um filme do gênero de ficção científica produzido pela Lightstorm Entertainment e pela 20th Century Fox em 2009. Escrita e dirigida por James Cameron, essa obra foi indicada ao Oscar em nove categorias, incluindo as de melhor filme e melhor diretor. Venceu o prêmio nas categorias fotografia, efeitos visuais e direção de arte. Dentre as inovações que trouxe, destacam-se a qualidade das imagens e a visualização em 3D (ADAM, 2010).

A narrativa do filme se dá num lugar chamado *Pandora*, há 4,4 anos-luz da Terra, no ano de 2154 d.C. A trama apresenta um conflito entre os colonizadores humanos e os nativos humanoides, chamados *Na'vi*. Os humanos querem explorar um preciosíssimo mineral do planeta, o *Unobitanium*. Ex-soldados terráqueos são recrutados como mercenários para a exploração desse mineral e também para combater os resistentes nativos. Em paralelo à exploração de *Unobitanium*, outro programa é desenvolvido: o Programa *Avatar*, que tem o objetivo de compreender, do ponto de vista da Ciência, os minerais e a vida em *Pandora*. Devido às condições inóspitas de *Pandora*, os cientistas, num cruzamento genético *in vitro*, criam os Avatares, corpos híbridos humano-*Na'vi*. Mais semelhantes aos *Na'vi* que aos humanos, os Avatares são controlados à distância por humanos. Ou seja, um humano que compartilha material genético com um corpo *Avatar* pode se conectar a esse corpo através de conexões neurais que permitem seu controle à distância.

Jake Sully (interpretado por Sam Worthington) é um desses ex-fuzileiros; paraplégico, vai para *Pandora* em busca de dinheiro para uma operação que o curaria de sua deficiência. Jake está substituindo seu irmão gêmeo, Thomas, cientista do Programa *Avatar*, que morreu na Terra, vítima de assalto. A similaridade genética entre Jake e Thomas permite que Jake controle o *Avatar* de seu irmão. No Programa *Avatar*, Jake serve tanto ao projeto científico como abastece com informações, secretamente, o projeto de exploração do mineral *Unobitanium*. Numa incursão na floresta, Jake, então no corpo de seu *Avatar*, desgarra-se do grupo e é atacado por uma fera local, sendo salvo por uma nativa *Na'vi* chamada *Neytiri* (interpretada por Zoë Saldaña). Ela só o salvou porque, repentinamente, ele fora coberto por sementes de uma grande árvore de *Pandora*, a *Árvore das Almas*.

Depois de uma relação inicial conflituosa, Jake conquista a confiança do povo *Na'vi*, mas os humanos, em busca da exploração do *Unobitanium*, deflagram uma guerra contra os nativos de *Pandora*. Nessa guerra, os humanos bombardeiam os lugares mais importantes dos *Na'vi*, como a *Árvore* na qual o clã *Na'vi* reside, a *Árvore dos Antepassados* (que seria como um memorial dos mortos), e a *Árvore das Almas*. Esses locais são estratégicos, tendo em vista que é sob suas raízes que se encontram as maiores

concentrações de *Unobtainium*. Na resistência ao ataque dos humanos, os seres de *Pandora* se unem na defesa do seu ecossistema.

Apesar de o filme *Avatar* apresentar uma narrativa carregada de elementos clássicos do cinema, tais como a descoberta da iniciação, a busca de um herói pela realização de um ato e a luta do bem contra o mal, a obra também possui elementos que permitem discussões ricas acerca de relações CTSA. Dos conflitos estabelecidos vêm à tona elementos paradoxais, nos quais, de um lado, observam-se ciência e tecnologias frias, que intensificam aspectos racionais do ser humano, visando ao lucro a qualquer custo, e, de outro, ciência e tecnologias que podem apontar caminhos para o equilíbrio entre o homem e a natureza (RINK, 2010).

Percurso Metodológico

Tendo em vista que o professor da disciplina de Biologia é um dos autores deste estudo e também participou da presente pesquisa, é possível classificá-la como uma investigação participante. Conforme Brandão (2001), a pesquisa participante é um modelo de pesquisa na qual um grupo, etnia ou comunidade participa na análise de sua própria realidade, com o intuito de promover uma modificação social em benefício dos participantes. Discorreremos acerca do percurso metodológico da pesquisa nas subseções seguintes.

Local e sujeitos da intervenção

A intervenção desenvolveu-se em uma escola pública de Alagoas, no município de Maceió. A unidade de ensino possui um laboratório de informática e uma sala de vídeo, que foram utilizados para o desenvolvimento desta intervenção. O público-alvo da pesquisa foram estudantes de uma turma do 3º ano do ensino médio. Essa turma funcionava no turno vespertino e era composta por 30 estudantes, com idade entre 17 e 20 anos. A escolha da turma se justificou pelo fato de esses sujeitos terem explorado temas como origem da vida, genética, ética, tecnologia, magnetismo, ecologia, zoologia, dentre outros temas sociocientíficos destacados das cenas selecionadas.

Esses sujeitos foram devidamente informados sobre os objetivos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os participantes menores de 18 anos entregaram o TCLE e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Tale) devidamente assinados pelos pais ou responsáveis. Dos 30 estudantes da turma, apenas cinco não assinaram o TCLE ou o Tale. Vale ressaltar que as atividades com os estudantes só iniciaram após parecer consubstanciado favorável por parte do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) (CAAE: 02845818.0.0000.5013).

Seleção das cenas

Em um primeiro momento, o professor-pesquisador assistiu ao filme pausadamente, descrevendo as cenas de maneira superficial, sem atentar para detalhes. Em um segundo momento da análise do filme, houve a preocupação em observá-lo de forma minuciosa e registrar as cenas em caderno de campo. A partir dessa descrição, foram selecionadas cinco cenas do filme de ficção científica *Avatar*.

A seleção das cenas teve como critério a presença de conflitos emergentes relativos à relação CTSA e que apresentassem claro potencial didático para problematização de temas com enfoque CTSA do Ensino de Ciências. Os temas abordados foram: a) a conquista do espaço pelo homem; b) o conflito de interesses entre as grandes corporações e os cientistas; c) implicações neurais no processo de controle corpo *versus* mente; d) engenharia genética e suas implicações atuais; e e) a relação entre homem e natureza (Quadro 1).

Quadro 1 – Informações das cenas, dos títulos e dos tempos no filme

Cenas	Tema sociocientífico	Tempo
Nave <i>Venture Star</i> chegando à Pandora.	A conquista do espaço pelo homem.	2' 10''
Conversa entre Selfridge e a Dr. ^a Grace Augustine no laboratório.	O conflito de interesses entre as grandes corporações e os cientistas.	12' 20''
Jake-Avatar tentando montar um <i>direhorse</i> .	Implicações neurais no processo de controle corpo <i>versus</i> mente.	51' 52''
Jake e Norm conhecendo a sala de controle dos Avatares.	Engenharia genética e suas implicações atuais.	8' 22''
Jake e Neytiri caçando na floresta de Pandora.	A relação entre homem e natureza.	64' 24''

Fonte: elaborado pelos autores.

O planejamento dessa intervenção teve como base questões sociocientíficas, construídas a partir de cinco cenas do filme de ficção científica *Avatar*. A escolha dos temas se justifica pela possibilidade de subsidiarem atividades de ensino com enfoque CTSA, podendo apresentar relações entre o conteúdo científico e o cotidiano dos estudantes, a fim de que busquem, em situações do dia a dia, a análise das problemáticas apresentadas.

É importante ter em conta que os conteúdos e as teorias científicas são informações fundamentais, que os estudantes devem relacionar a dados novos, de modo a poderem refletir sobre questões presentes em seu cotidiano (POZO; CRESPO; FREITAS, 2009). Isso pode favorecer a formação cidadã do estudante, criando habilidades e competências que o tornem capaz de discutir sobre as questões científicas e tecnológicas que permeiam a sociedade e o meio ambiente.

Intervenção didática

A intervenção abrangeu um total de doze horas, distribuídas em seis encontros de uma, duas ou três horas cada, ocorridos entre os meses de outubro a dezembro de 2018. As atividades realizadas durante o estudo foram feitas nas dependências da escola, especificamente na sala de vídeo ou no laboratório de informática, no horário das aulas do professor-pesquisador.

Foram utilizados seis encontros presenciais para a aplicação da proposta de intervenção na escola, que contou com a participação dos estudantes e o apoio de professores e gestores durante todo o processo. Esse momento da pesquisa envolveu uma sequência composta por doze aulas. No Quadro 2, observa-se a proposta de ensino com suas seis etapas, as atividades desenvolvidas em cada uma delas, bem como a descrição de cada atividade e o número de aulas para cada etapa proposta:

Quadro 2 – Etapas da proposta de ensino

Etapas	Atividades	Descrição	Duração
1ª Etapa 30/10/2018	Ambientação e explicação da intervenção	Ocorreu uma conversa informal com os estudantes, na qual foram esclarecidos o propósito e a finalidade da pesquisa. Foram entregues o TCLE e o Tale, para que os estudantes assinassem ou levassem para os pais ou responsáveis assinarem.	1 Encontro (60 min)
2ª Etapa 1º/11/2018	Exibição do Filme <i>Avatar</i> 1ª Roda de conversa	Esta etapa realizou-se em dois momentos. O primeiro foi a exibição do filme <i>Avatar</i> na íntegra, utilizando projetor multimídia e computador, na sala de vídeo da escola, no período da tarde. No segundo momento, foi realizada uma roda de conversa, com o objetivo de problematizar o debate sobre as cenas selecionadas. A interação dos participantes e suas opiniões sobre o filme foram registradas em áudio.	1 Encontro (3 horas)
3ª Etapa 6/11/2018	Resolução prévia das questões sociocientíficas	Inicialmente, os alunos foram divididos em grupos de cinco integrantes. Para cada grupo foi entregue uma folha contendo o percurso investigativo para as discussões sobre as questões sociocientíficas. Ao preencherem o percurso investigativo, os sujeitos criaram gatilhos para pensar o potencial pedagógico do filme, bem como um ambiente propício para ensino de Ciências.	1 Encontro (2 horas)
4ª Etapa 13/11/2018	Orientação para a produção do vídeo	Na quarta etapa, os alunos foram orientados a produzir um vídeo de, no máximo, cinco minutos, explicando os conteúdos escolares que conseguiram ver ao longo do filme. Para subsidiar a produção do vídeo, os estudantes receberam materiais de leitura e orientações para a produção de um conteúdo audiovisual.	1 Encontro (2 horas)
5ª Etapa 27/11/2018	Socialização dos vídeos	A quinta etapa consistiu na socialização dos vídeos produzidos. Os vídeos foram exibidos a partir do projetor multimídia e do computador, na sala de vídeo da escola. Nesse momento, cada grupo apresentou suas produções e argumentou acerca dos conteúdos escolares que conseguiram ver ao longo do filme.	1 Encontro (2 horas)
6ª Etapa 4/12/2018	Autoavaliação 2ª Roda de conversa	Na última etapa, realizamos um momento de autoavaliação da experiência. Nessa oportunidade, discutimos como foi participar da pesquisa e como as atividades contribuíram para as aprendizagens dos alunos.	1 Encontro (2 horas)

Fonte: elaborado pelos autores.

As etapas dessa intervenção se basearam na concepção de que o ensino de Ciências deve partir da formação crítica dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas diferentes esferas de suas vidas. Sendo assim, iniciar o processo de AC é importante para que os estudantes tenham contato e conhecimento de habilidades legitimamente associadas ao trabalho de um cientista. Dessa forma, os Indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008) têm por função apresentar algumas habilidades que devem ser trabalhadas quando se deseja colocar a AC em processo de construção entre os alunos.

Alguns desses indicadores estão associados ao trabalho para a obtenção de dados, a exemplo do *levantamento* e do *teste de hipóteses* em relação a uma situação qualquer; há outros indicadores ligados ao trabalho com estes dados, para *classificação*, *seriação* e *organização das informações* obtidas; também são indicadores da AC: a construção de uma *explicação*, o uso de *justificativa* para fundamentar uma ideia e o estabelecimento de *previsão* sobre o que pode decorrer desta situação; por fim, outros indicadores estão ligados mais diretamente a dimensões epistemológicas da construção do conhecimento, caso do uso do *raciocínio lógico* e do *raciocínio proporcional* como formas de organizar ideias que estão em construção.

Coleta e análise dos dados

Com o intuito de analisar as potencialidades da proposta de ensino a partir do filme de ficção científica *Avatar*, visando promover a AC dos alunos, buscamos identificar nas falas a presença dos indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008). As discussões foram gravadas em áudio, transcritas na íntegra e divididas por turnos de fala, que correspondem a cada vez que a palavra foi tomada por determinado sujeito falante. Cabe ressaltar que, na discussão dos dados, optamos por realizar pequenas correções ortográficas ou gramaticais nas falas ou registros escritos dos alunos, mas sem provocar qualquer tipo de alteração no sentido original. Os nomes atribuídos aos alunos são fictícios. Todos os enunciados são considerados turnos de fala, no entanto apenas são mostrados nos quadros aqueles que apresentam algum tipo de indicador ou que são necessários para o entendimento do contexto. A numeração dos turnos de fala é iniciada a cada episódio. A seguir, apresentamos os resultados e a análise da proposta de ensino.

Resultados e Análises

A primeira etapa teve como objetivo ambientar e explicar para os estudantes a proposta de ensino de Ciências a partir do filme *Avatar*. Para isso, o professor esclareceu as etapas que aconteceriam ao longo de todo o período de estudo e a importância da participação ativa de todos para que o trabalho se concretizasse. As atividades aconteceram durante as aulas de Biologia. A apresentação da proposta de trabalho da pesquisa foi realizada em encontros de 60 minutos. Neste primeiro encontro, além das orientações iniciais, foram entregues aos estudantes o TCLE e o Tale.

Exibição do filme e roda de conversa

A segunda etapa dessa proposta de ensino iniciou com a exibição do filme de ficção científica *Avatar* na sala de vídeo (Figura 1):

Figura 1 – Exibição do filme *Avatar* aos alunos do 3º ano do ensino médio



Fonte: arquivos da pesquisa.

Nessa oportunidade, foram distribuídos aos estudantes pipoca e refrigerante. Esta ação teve o intuito de trazer um momento de entretenimento e diversão, simulando uma sala de cinema. Participaram dessa etapa 26 estudantes da turma. O filme teve duração de 2 horas e 36 minutos, e, após a sua exibição, realizamos uma roda de conversa com os alunos sobre suas impressões a respeito do filme de ficção científica *Avatar*. Vale salientar que as aulas de Biologia têm carga horária de 2 horas semanais, mas, para esta etapa, foi solicitada uma aula a mais a outro professor, que a cedeu sem nenhum problema.

Buscamos, durante a roda de conversa, estabelecer um ambiente em que os participantes se sentissem à vontade para expor suas ideias. De início, os estudantes foram apresentados aos objetivos do estudo e informados de que toda a conversa seria gravada, mas que as informações nela contidas serviriam apenas para facilitar a análise. Também foi destacada a importância da participação dos estudantes, ressaltando-se que, caso não se sentissem à vontade, poderiam sair a qualquer momento. Para preservar a identidade dos interlocutores, optou-se por atribuir nomes aleatórios aos participantes da pesquisa. No Quadro 3, temos o Episódio 1, relacionado às discussões após a exibição do filme:

Quadro 3 – Indicadores de AC identificados na discussão ocorrida na etapa da exibição do filme *Avatar* (continua)

Turno	Locutor	Falas transcritas	Indicadores
1	Professor	Para iniciar nossa conversa, gostaria de saber o que vocês acharam do filme.	
12	Eric	No filme, parece existir um comportamento de conflito. Porque ali, diversas vezes, estavam tentando conter as árvores, para que não fossem derrubadas. Entendeu? Do modo que se tratou como casa para os avatares. Só que aí, no caso deles, é defender a mata toda.	Levantamento de hipótese Justificativa Explicação

13	Professor	No caso dos avatares ou dos Na'vi?	
16	Davi	O povo que vive lá é o Na'vi. No caso, os avatares eram a junção do DNA dos Na'vi com os humanos.	Raciocínio lógico Justificativa Previsão Explicação
44	Carla	Achei legal aquela parte do rabo deles, que eles colam.	
45	Professor	O rabo ou a trança?	
46	Carla	Era a trança.	
95	Professor	No filme, vocês conseguem ver alguma relação entre eles e a situação real?	
96	Danilo	Eu acho que é o desmatamento. Na parte que eles derrubam as árvores. Até porque, quando eles tentam proteger a árvore que eles tratam como casa, eles não querem que a derrubem, porque é uma vida. Mesma coisa são aquelas sementes que voam daquela árvore, que não lembro o nome.	Teste de hipótese Raciocínio lógico Justificativa Explicação
100	Professor	E você, Vitória [Aline]?	

Quadro 3 – Indicadores de AC identificados na discussão ocorrida na etapa da exibição do filme *Avatar* (conclusão)

Turno	Locutor	Falas transcritas	Indicadores
101	Aline	Professor, se você parar para pensar, dá para você ver como nós seres humanos somos. Porque, assim, se você pegar a história humana, você percebe que o homem sempre tá procurando mais e mais, e não se importa com o que vai restar do ambiente. Você pode pegar o exemplo da colonização brasileira: os índios protegiam as suas terras como os Na'vi, eles tinham essa mesma conexão com a natureza que os nativos. Quando chegaram os portugueses, como o ser humano é ganancioso, eles exploraram terras que não eram deles.	Seriação das informações Organização das informações Explicação

Fonte: arquivos da pesquisa.

Neste episódio, alunos e professor conversaram sobre a experiência de assistir ao filme de ficção científica *Avatar*. Após a exibição do filme e a pergunta do professor, Eric, no turno 12, comentou:

No filme, parece existir um comportamento de conflito. Porque ali, diversas vezes, estavam tentando conter as árvores, para que não fossem derrubadas. Entendeu? Do modo que se tratou como casa para os avatares. Só que aí, no caso deles, é defender a mata toda.

Notamos na fala de Eric a construção de uma **explicação**. Esta explicação começa com a exposição de uma **hipótese**, expressa pela sentença: “*No filme, parece existir um comportamento de conflito [...]*”. Associada a esta hipótese, Eric mostra uma **justificativa** que fornece autenticidade à primeira sentença:

“Porque ali, diversas vezes, estavam tentando conter as árvores, para que não fossem derrubadas”. Vale ressaltar que a explicação contém uma **justificativa** que refuta a ideia da hipótese sustentada pela fala inicial do estudante. Para alguns estudantes, a ideia de quem eram os avatares ainda ficou confusa. A conversa após a exibição do filme permitiu uma compreensão sobre alguma dessas questões. Neste caso, um colega conseguiu ajudar o outro sobre quem eram os avatares e quem eram os Na’vi.

Ao buscar compreender se os estudantes conseguiam estabelecer uma relação entre o enredo do filme, no turno 15, o professor questionou os alunos sobre a diferença entre os avatares e os Na’vis. O estudante Davi então comentou, no turno 16:

O povo que vive lá é o Na’vi. No caso, os avatares eram a junção do DNA dos Na’vi com os humanos.

Neste turno, fica claro o uso de três indicadores da AC pelo aluno Davi, a saber: a **organização de informações**, por meio da qual o estudante conseguiu entender a diferença entre os dois conceitos apresentados; uma **explicação** para a questão levantada; e o uso de **justificativa** para dar consistência à ideia. No turno 95, no intuito de fomentar a discussão, o professor perguntou à turma se eles conseguiam ver alguma relação entre o filme e a situação real. A indagação foi respondida pelo aluno Danilo, no turno 96:

Eu acho que é o desmatamento. Na parte que eles derrubam as árvores. Até porque, quando eles tentam proteger a árvore que eles tratam como casa, eles não querem que a derrubem, porque é uma vida, entendeu? Mesma coisa são aquelas sementes que voam daquela árvore, que não lembro o nome.

No turno 96, Danilo apresentou uma **explicação** para o que havia observado, facilmente identificada pelo uso do questionamento “entendeu?” para confirmar se sua explicação havia sido clara. O aluno afirmou “na parte que eles derrubam as árvores” e, para tanto, apresentou uma **justificativa**, identificada pela expressão “Até porque, quando eles tentam proteger a árvore que eles tratam como casa, eles não querem que a derrubem, porque é uma vida”, que fornece garantia à sua explicação. Vale ressaltar que a fala do aluno iniciou com uma **hipótese** relacionada à questão levantada pelo professor.

No turno 101, Aline expressou suas opiniões sobre a questão:

Professor, se você parar para pensar, dá para você ver como nós seres humanos somos. Porque, assim, se você pegar a história humana, você percebe que o homem sempre está procurando mais e mais, e não se importa com o que vai restar do ambiente. Você pode pegar o exemplo da colonização brasileira: os índios protegiam as suas terras como os Na’vi, eles tinham essa mesma conexão com a natureza que os nativos. Aí, chegaram os portugueses e, como o ser humano é ganancioso, exploraram terras que não eram deles.

Podemos observar que toda a fala de Aline é uma **explicação** pertinente à situação investigada. Aline faz referência, inicialmente, a um conhecimento previamente adquirido, a partir do qual sua construção se torna possível: “[...] se você pegar a história humana, você percebe que o homem sempre tá

procurando mais e mais, e não se importa com o que vai restar do ambiente”. O uso deste conhecimento prévio demonstra que a aluna **organiza as informações** que possui, para que, a partir delas, possa dar continuidade à sua afirmação e assim estabelecer uma **previsão** para acontecimentos decorrentes deste cenário. Sua previsão goza de autenticidade devido à **justificativa** que apresentou: “*Aí chegaram os portugueses e, como o ser humano é ganancioso, exploraram terras que não eram deles*”.

Aline utilizou cinco indicadores da AC: partiu da **organização das informações** que possuía para, com elas, construir uma **explicação**, por meio da qual estabeleceu uma **previsão** relacionada ao fenômeno e forneceu uma **justificativa** à sua ideia, como forma de tornar mais autêntica sua colocação. Por se tratar de uma construção coerente e consistente, podemos afirmar ainda que Aline fez uso do **raciocínio lógico** para a estruturação de suas ideias.

Vale ressaltar também que a estudante conseguiu estabelecer um paralelo entre a narrativa do filme *Avatar* e um momento importante da história do Brasil, a partir de uma relação entre a situação vivida pelos nativos de *Pandora* e os índios brasileiros. Dessa forma, apesar de apresentar ideias utópicas da realidade, o enredo do filme favorece discussões técnicas, científicas e éticas, provocando questionamentos e estimulando o senso crítico dos alunos.

Apresentação dos temas sociocientíficos e percurso investigativo

A Etapa 3 da proposta foi o momento de apresentar aos estudantes os temas sociocientíficos. A ideia inicial foi trazer temas de Ciências presentes em cenas do filme de ficção científica *Avatar*, a fim de criar uma relação entre as questões presentes no enredo e compará-las com situações presentes no cotidiano dos sujeitos. Os estudantes foram divididos em cinco grupos de até seis membros. Para cada equipe foi entregue a descrição impressa de uma das cinco cenas selecionadas e três questões sociocientíficas. A distribuição das cenas, com seus respectivos temas sociocientíficos e questões, pode ser visualizada no Quadro 4:

Quadro 4 – Divisão dos grupos, dos temas sociocientíficos e das questões para cada tema (continua)

Autores	Tema sociocientífico abordado	Questões propostas para resolução
Grupo 1	Implicações neurais no processo de controle corpo <i>versus</i> mente	<ul style="list-style-type: none"> - Neste caso, quais implicações essa ideia teria para o mundo real? - Seria possível o controle consciente de um outro corpo por parte do homem? - Que questões bioéticas estariam envolvidas em tal ato?
Grupo 2	A relação entre homem e natureza	<ul style="list-style-type: none"> - Como podemos relacionar a história de <i>Avatar</i> com a situação ecológica em que vivemos hoje? - Como você vê o avanço da tecnologia? - Consegue perceber esse equilíbrio entre o desenvolvimento tecnológico e o meio ambiente?

Grupo 3	O conflito de interesses entre as grandes corporações e os cientistas	<ul style="list-style-type: none"> - Na Terra há algo semelhante? - Como as multinacionais da Terra agem explorando os recursos naturais? - Quais são esses recursos?
----------------	---	--

Quadro 4 – Divisão dos grupos, dos temas sociocientíficos e das questões para cada tema (conclusão)

Autores	Tema sociocientífico abordado	Questões propostas para resolução
Grupo 4	Engenharia genética e suas implicações atuais	<ul style="list-style-type: none"> - Como a engenharia genética é tratada no mundo real? - Que benefícios tem trazido para a sociedade? - Que questões bioéticas estão envolvidas?
Grupo 5	A conquista do espaço pelo homem.	<ul style="list-style-type: none"> - Será possível o ser humano habitar um outro lugar fora do planeta Terra? - Será que nossa minúscula Terra é realmente o único reduto do cosmos com vida e mentes avançadas? - Que implicações o desaparecimento da espécie humana teria para o planeta?

Fonte: elaborado pelos autores.

A abordagem de questões sociocientíficas tem sido amplamente recomendada em pesquisas da área de Ensino de Ciências, especialmente em estudos que apontam a sua discussão como possibilidade de propiciar o desenvolvimento da argumentação em sala de aula (SANTOS; AMARAL; MACIEL, 2010; MARTÍNEZ, 2012; SOUSA; GEHLEN, 2017). A problematização dessas questões favorece a emergência de diferentes pontos de vista, além de uma aproximação com a compreensão da natureza da ciência, a articulação de diferentes áreas do conhecimento e o desenvolvimento do pensamento crítico.

A escolha dos temas sociocientíficos e das questões para a intervenção didática se deu através da relação entre determinados conteúdos de Ciências e sua relação com a tecnologia e a sociedade. Com o intuito de sistematizar as informações dos estudantes durante a resolução das questões apresentadas, foi disponibilizado para cada equipe um instrumento chamado ‘Percurso Investigativo’ (CAPELO; PEDROSA 2011). Trata-se de um roteiro de estudo que direciona os estudantes para as possíveis soluções das questões, conforme se observa na Figura 2, a seguir:

Figura 2 – Percurso Investigativo

<p style="text-align: center;">PERCUSO INVESTIGATIVO</p> <p>Título: O filme Avatar: e a abordagem de questões sociocientíficas. Autor: Wagner José dos Santos Grupo: _____</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">I. Objetivo de estudo (caracterização do problema a ser investigado)</p> <p>Qual é: _____ Tema sociocientífico: _____</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">II. Problemática – Identificação dos problemas</p> <p>Problema 1: _____ _____ Problema 2: _____ _____ Problema 3 (se houver): _____ _____</p> <p style="text-align: center;">↓</p>	<p style="text-align: center;">III. Hipóteses</p> <p>Hipótese do problema 1: _____ _____ _____</p> <p>Hipótese do Problema 2: _____ _____ _____</p> <p>Hipótese do Problema (se houver): _____ _____ _____</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">IV. Desenho do plano de investigação</p> <p>Como vou solucionar o problema: _____ _____ _____</p> <p>Que prática vou desenvolver para cada problema: _____ _____ _____</p>
--	---

Fonte: Adaptado de Capelo e Pedrosa (2011).

Após a discussão das questões sociocientíficas pelas equipes e do preenchimento do Percurso Investigativo, ocorreu a socialização das produções. Nesse momento, cada grupo apresentou seu tema sociocientífico, as questões para cada tema e as possíveis soluções encontradas. A Figura 3 ilustra o momento de trabalho colaborativo, no qual os sujeitos estavam respondendo às questões sociocientíficas e preenchendo o Percurso Investigativo. No dia em questão, alguns estudantes não foram para a escola. Isso fez com que os grupos de trabalho ficassem com um número de participantes menor que o proposto para esta atividade. Os estudantes que não quiseram participar da pesquisa foram orientados a fazer atividades da disciplina de Biologia, que não foram incluídas no *corpus* de dados da pesquisa.

Figura 3 – Estudantes discutindo os temas sociocientíficos em grupo

Fonte: arquivos da pesquisa.

Ao longo desta etapa, os alunos discutiram sobre os problemas de cada tema e construíram possíveis soluções (hipóteses). A atividade durou duas horas. Após esse momento, os grupos foram desafiados a produzir vídeos com base nas questões sociocientíficas, nas hipóteses levantadas e em seus Percursos Investigativos.

Produção de vídeos

Na Etapa 4, os grupos foram orientados a produzir um vídeo sobre a resolução dos problemas sociocientíficos apresentados e debatidos na etapa anterior. Também foram entregues para os estudantes materiais de apoio acerca dos conteúdos de seus temas sociocientíficos. Propusemos aos estudantes a produção de vídeos na modalidade vídeo-processo (FERRÉS, 1996). Nesses vídeos, os sujeitos são os protagonistas da produção e participam de todas as etapas, desde a concepção da ideia até a edição das gravações.

Segundo Mandarino (2002), a produção de vídeo dá aos sujeitos a oportunidade de elaborar suas próprias narrativas e possibilita a eles uma reinvenção de escrita do mundo. Nesse sentido, o olhar dos estudantes por trás da câmera, durante o processo de produção do audiovisual, abriu espaço para trocas, por meio das quais os sujeitos puderam expressar seus conhecimentos através de uma linguagem própria. Os vídeos produzidos deveriam obedecer aos seguintes critérios: a) tempo limite de 5 minutos; b) a introdução deveria conter a identificação dos sujeitos e as questões a serem resolvidas; c) no corpo do vídeo deveria aparecer o percurso para a resolução das questões propostas; e d) na conclusão, a justificativa da resolução apresentada.

Dos cinco grupos, apenas um não produziu o vídeo. O resultado dessas produções é apresentado no Quadro 5:

Quadro 5 – Informações sobre os vídeos produzidos pelos estudantes (continua)

Grupo	Tema	Questões sociocientíficas	Descrição do vídeo	Duração
1	Implicações neurais no processo de controle corpo <i>versus</i> mente	<ul style="list-style-type: none"> - Neste caso, quais implicações essa ideia teria para o mundo real? - Seria possível o controle consciente de outro corpo por parte do homem? - Que questões bioéticas estariam envolvidas em tal ato? 	Não produziu vídeo	***
2	A relação entre homem e natureza	- Como podemos relacionar a história de <i>Avatar</i> com a situação	O vídeo não apresenta a identificação dos sujeitos. Apenas um dos membros aparece, mas não cita seu nome, nem dos colegas de	6'13"

		<p>ecológica em que vivemos hoje?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como você vê o avanço da tecnologia? - Consegue perceber esse equilíbrio entre o desenvolvimento tecnológico e o meio ambiente? 	<p>grupo. As questões sociocientíficas são trazidas no início do vídeo. O vídeo trouxe a resolução das questões sem atentar para o percurso investigativo. Apenas se preocupou em resolver as questões de forma direta. Não se identificou uma conclusão no vídeo.</p>	
3	O conflito de interesses entre as grandes corporações e os cientistas	<ul style="list-style-type: none"> - Na Terra há algo semelhante? - Como as multinacionais da Terra agem explorando os recursos naturais? - Quais são esses recursos? 	<p>O vídeo traz a identificação dos sujeitos e das questões sociocientíficas. Observa-se um percurso entre as questões sociocientíficas e sua resolução, conseguindo sistematizar as informações e apresentá-las no audiovisual. O audiovisual apresenta uma pequena conclusão sobre a temática, com destaque para as questões resolvidas.</p>	3'53"

Quadro 5 – Informações sobre os vídeos produzidos pelos estudantes (conclusão)

Grupo	Tema	Questões sociocientíficas	Descrição do vídeo	Duração
4	Engenharia genética e suas implicações atuais	<ul style="list-style-type: none"> - Como a engenharia genética é tratada no mundo real? - Que benefícios tem trazido para a sociedade? - Que questões bioéticas estão envolvidas? 	<p>O vídeo não apresenta o nome dos integrantes do grupo, apenas informa as questões sociocientíficas tratadas. Identifica-se, ao longo do vídeo, o percurso seguido pelos estudantes durante a resolução das questões sociocientíficas. Ao final do audiovisual, é apresentada uma rápida conclusão sobre a temática, mas sem justificar a resolução das questões.</p>	5'08"
5	A conquista do espaço pelo homem	<ul style="list-style-type: none"> - Será possível o ser humano habitar um outro lugar fora do planeta Terra? - Será que nossa minúscula Terra é realmente o único reduto do cosmos com vida e de mentes avançadas? - Que implicações o desaparecimento da espécie humana teria para o planeta? 	<p>No vídeo, não há apresentação dos estudantes que participaram de sua produção. Apenas um dos estudantes narra o audiovisual. Também não são citadas as questões sociocientíficas que foram entregues ao grupo. Não se observa, ao longo do vídeo, o percurso utilizado para a resolução das questões. Os autores apenas tratam do tema sociocientífico sem atentar para a resolução das questões sociocientíficas entregues à equipe. Não houve uma</p>	4'59"

			conclusão do vídeo, houve apenas a preocupação de apresentar as informações de forma rápida.	
--	--	--	--	--

Fonte: elaborado pelos autores.

Como descrito no Quadro 5, apenas uma equipe não produziu o vídeo. Ao ser questionada sobre o motivo de não ter produzido o material, os alunos alegaram a falta de celular ou computador para gravar e editar o audiovisual. Na análise das produções, notou-se que os grupos não atenderam fielmente aos critérios pré-estabelecidos para a produção deste material. Os estudantes se preocuparam em apresentar as questões de forma rápida e direta, sem destacar o percurso investigativo. Uma das possíveis causas para tanto pode ser o fato de a pesquisa ter atrasado até o final do ano letivo, período em que os estudantes estão preocupados com as provas finais, portanto não deram tanta importância a esta parte da pesquisa. Em face do caráter incipiente dos vídeos, os sujeitos combinaram de não os socializar na internet, mas apenas na escola.

Socialização dos vídeos

A penúltima etapa da proposta de ensino teve como objetivo a socialização dos vídeos produzidos pelos estudantes. A Figura 4 mostra um registro desse momento:

Figura 4 – Alunos assistindo aos vídeos produzidos por cada grupo



Fonte: arquivos da pesquisa.

Esta atividade ocorreu na sala de informática da escola e teve a duração de duas horas. Durante esta etapa, os quatro grupos exibiram seus vídeos para toda a turma, composta por 23 participantes, apresentando a resolução dos problemas a serem investigados pelas equipes.

Dessa forma, entendemos que a produção de vídeos pelos alunos, atrelada a atividades de investigação, pode contribuir para a criação de um ambiente comunicativo aberto e transformador, propício ao processo de ensino-aprendizagem (MORAN, 1995). Mesmo considerando as limitações apresentadas na produção dos vídeos (tempo curto para a produção e falta de recursos tecnológicos por parte de alguns alunos), a pesquisa mostra a necessidade urgente de repensar o uso de novas mídias, a exemplo dos

dispositivos audiovisuais, cada vez mais presentes na vida de nossos alunos, o que nos exige novas posturas docentes.

Após a exibição das produções, houve uma roda de conversa para autoavaliação da experiência. Este momento também foi registrado em áudio, com o apoio de *smartphone*. As falas dos participantes foram posteriormente transcritas e analisadas.

Roda de conversa

Na última etapa da proposta de ensino, tivemos uma segunda roda de conversa com os estudantes que participaram do estudo. No Episódio 2, retratamos as discussões estabelecidas em sala de aula a respeito das atividades produzidas pelos estudantes. Algumas das falas transcritas estão presentes no Quadro 6, abaixo:

Quadro 6 – Indicadores de AC identificados na discussão ocorrida durante a etapa da exibição do filme

Turno	Locutor	Falas Transcritas	Indicadores
1	Professor	Vocês sentiram dificuldade em realizar a atividade?	
8	Paulo	Sobre a atividade, foi legal, pois tivemos que resolver problemas. Tipo, se você for ver, Albert Einstein, Isaac Newton e outros cientistas, eles aprenderam e desenvolveram seus conhecimentos apenas resolvendo problemas. Albert Einstein, a relatividade; Isaac Newton, a força e o movimento; e outros cientistas com outros problemas que eles pesquisaram. Tipo, toda a ciência, no decorrer da história da Ciência, tudo foi praticamente descoberto através de problemas.	Explicação Justificativa Previsão
26	Felipe	Eu achei esse trabalho legal, devido ao tema, porque eu gosto dele e já tinha estudado, então, pra mim, ficou bem mais agradável pesquisar e resolver o problema. Achei uma maneira legal de passar o conhecimento, entendeu?	
27	Professor	Felipe estava falando em passar conhecimento. Mas será que o conhecimento é passado?	
30	Rogério	Acho que não, professor; tem algo a ver com o senso-comum. Esse conhecimento, de certa forma, não é passado. Esse conhecimento é estimulado, é o conhecimento por estímulo. Por exemplo, se senhor chegar aqui e perguntar: “como é que o oxigênio influencia na vida da Terra?” Isso vai gerar vários pensamentos na minha cabeça. Vários problemas. E eu vou ter que pensar, pesquisar para poder responder. Através da pergunta, o senhor estimulou em mim a busca pelo conhecimento.	Organização das informações Levantamento de hipóteses Justificativa Explicação

54	Professor	E você, Raul, o que achou dos temas sociocientíficos?	
57	Raul	Achei legal os transgênicos, professor. Porque envolvem a tecnologia, a ciência e seu uso na sociedade. Porque nós comemos alimentos transgênicos.	Organização das informações Justificativa
58	Professor	E o que é um alimento transgênico?	
61	Raul	É um alimento que teve seu DNA modificado, seu genoma alterado, para que fique maior ou mais resistente a pragas em lavouras. Tipo, ficar maior, mais resistente, mais bonito, etc. Mas principalmente resistente, pelo fato de que ele é usado na economia. Os produtos transgênicos podem ser pipocas, milho e massas de bolo.	Organização das informações Raciocínio lógico Justificativa Previsão

Fonte: dados da pesquisa.

Durante a discussão, em um primeiro momento, o aluno Paulo apresentou seu comentário sobre a pergunta feita pelo professor, que versava sobre as dificuldades encontradas ao realizar a atividade. Sua resposta está no turno 8:

Sobre a atividade, foi legal, pois tivemos que resolver problemas. Tipo, se você for ver, Albert Einstein, Isaac Newton e outros cientistas, eles aprenderam e desenvolveram seus conhecimentos apenas resolvendo problemas. Albert Einstein, a relatividade; Isaac Newton, a força e o movimento; e outros cientistas com outros problemas que eles pesquisaram. Tipo, toda a ciência, no decorrer da história da Ciência, tudo foi praticamente descoberto através de problema.

Logo no início, a fala de Paulo apresenta sua **explicação**: “foi legal”. Para fornecer garantia ao que fora dito, ele inseriu uma **justificativa** em sua fala, ao afirmar: “[...] tipo, se você for ver, Albert Einstein, Isaac Newton e outros cientistas, eles aprenderam e desenvolveram seus conhecimentos apenas resolvendo problemas”. E estes dois elementos permitiram que ele mostrasse a **previsão** que estabeleceu para outros fenômenos, dada esta situação: “Albert Einstein, a relatividade; Isaac Newton, a força e o movimento; e outros cientistas com outros problemas que eles pesquisaram. Tipo, toda a ciência no decorrer da história da Ciência, tudo foi praticamente descoberto através de problemas”. Como podemos observar, esta afirmação de Paulo encontra justificativas nela mesma, mas, se relembramos as colocações anteriores do aluno, é possível encontrar ainda mais coerência em seu raciocínio. Além disso, percebemos o uso de uma operação epistemológica (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE *et al.*, 2000), a **causalidade**, na tentativa de encontrar um mecanismo de causa e efeito para o problema investigado, ou seja, para novas descobertas é necessária uma questão a ser investigada.

No turno 30, Rogério comentou sobre a pergunta do professor. Questionado sobre se o conhecimento é de fato passado ou não, o aluno falou:

Acho que não, professor; tem algo a ver com o senso-comum. Esse conhecimento, de certa forma, não é passado. Esse conhecimento é estimulado, é o conhecimento por estímulo. Por exemplo, se senhor chegar aqui e perguntar: “como é que o oxigênio influencia na vida na Terra?” Isso vai gerar vários pensamentos na minha cabeça. Vários problemas. E eu vou ter que pensar, pesquisar para poder responder. Através da pergunta, o senhor estimulou em mim a busca pelo conhecimento.

Diferentemente do que ocorreu no primeiro episódio aqui analisado, agora se observa algo distinto. O aluno Rogério iniciou sua fala levantando uma **hipótese** para a situação: “*Acho que não, professor; tem algo a ver com o senso-comum*”. Após isso, sua afirmação foi capaz de fornecer uma **explicação** para a pergunta feita pelo professor no turno 27. Também se observa que o estudante conseguiu organizar as informações com o intuito de trazer coerência para a sua **justificativa**.

Ao se analisar a relação entre o enfoque CTSA nas atividades propostas, foi observado nos turnos 57 e 61 algo relacionado a essa questão. Diante de questionamentos sobre os temas sociocientíficos, o aluno Raul respondeu, no turno 57:

Achei legal os transgênicos, professor. Porque envolvem a tecnologia, a ciência e seu uso na sociedade. Porque nós comemos alimentos transgênicos.

Nesse turno, Raul forneceu uma **explicação** para a pergunta do professor: “*Achei legal os transgênicos, professor. Porque envolvem a tecnologia, a ciência e seu uso na sociedade*”. O enunciado é também classificado como uma **justificativa**, identificada pela menção à palavra ‘porque’, indicativa da intenção de justificar alguma colocação. Para reforçar e respaldar sua justificativa, ele também utilizou um conhecimento baseado na vivência: “*Porque nós comemos alimentos transgênicos*”. Nessa fala, percebemos que a atividade permitiu a associação do tema com o conhecimento de mundo do aluno, propiciando-lhe a interpretação e a construção de conclusões próprias.

No turno 61, o estudante Raul comentou sobre o que é o transgênico:

É um alimento que teve seu DNA modificado, seu genoma alterado, para que fique maior ou mais resistente a pragas em lavouras. Tipo, ficar maior, mais resistente, mais bonito, etc. Mas principalmente resistente, pelo fato de que ele é usado na economia. Os produtos transgênicos podem ser pipocas, milho e massas de bolo.

Vemos, portanto, a presença de quatro indicadores da AC em sua afirmação: os argumentos que Raul apresenta provêm de conhecimentos anteriores, enunciados por ele, que permitiram a **organização de informações**. A partir deles, utilizando o **raciocínio lógico** para dar coerência às suas afirmações, Raul construiu uma **explicação** capaz de fazer com que se estabelecesse uma **previsão**. Uma **justificativa** foi apresentada, dando garantia à explicação. Tendo construído estes argumentos, Raul encontrou suporte para levantar uma nova hipótese e testá-la. Vale notar que as discussões levantadas fizeram os estudantes usar habilidades próprias do ‘fazer científico’, que aqui denominamos de indicadores da AC. Esse fato

demonstra que os alunos participantes destas discussões estão em processo de alfabetização científica, e, portanto, as atividades presentes neste estudo buscaram inseri-los em discussões próprias às Ciências.

As atividades propostas suscitaram discussões nas quais foi possível aos alunos construir relações entre os conhecimentos das ciências, as tecnologias associadas a estes saberes e as consequências destes para a sociedade e o meio-ambiente. Na fala dos estudantes, percebe-se que é nítida a compreensão que eles fazem sobre as temáticas abordadas e suas relações com a ciência, a tecnologia a sociedade e o meio ambiente (ANDRADE; VASCONCELOS, 2014).

Considerações Finais

A proposta desenvolvida neste estudo permitiu a consecução de um ensino que aproximou os sujeitos da prática científica. A partir desse percurso, esses sujeitos puderam estabelecer relações entre as ciências e a economia, a política, o militarismo, o desenvolvimento tecnológico, questões morais e éticas, a necessidade de preservação dos ecossistemas; enfim, puderam produzir conhecimento a partir de relações CTSA.

Ao longo de sua trajetória, o estudo demonstra que as atividades fizeram com que os estudantes problematisassem, refletissem, produzissem e dialogassem acerca de temas sociocientíficos e das relações entre CTSA. Tais mudanças no currículo do ensino de Ciências devem ser introduzidas desde as séries iniciais, buscando despertar o estudante para aspectos envolvendo os contextos científico, tecnológico, social e ambiental.

Essa proposta de ensino, tomando por base o filme de ficção científica *Avatar*, evidenciou que é possível realizar aulas contextualizadas no ensino médio, nas quais se priorize a AC pela via do enfoque CTSA. Por esse meio, os sujeitos podem desenvolver habilidades como a análise de textos de cunho científico e de recursos audiovisuais, a reflexão crítica de questões sociocientíficas a partir de uma abordagem colaborativa de recepção e a produção fílmica, favorecendo a formação de indivíduos reflexivos, críticos e atuantes no mundo em que vivem.

Partindo do pressuposto de que a ciência e a tecnologia não são neutras, é possível problematizar suas relações com a sociedade e o meio ambiente. Ciência e tecnologia podem estar a serviço de projetos como o desenvolvimento de fármacos para tratamentos menos agressivos para o câncer ou a serviço único de projetos de otimização de lucros para o agronegócio, ainda que ambos os casos impliquem a poluição de rios com metais pesados ou a devastação de áreas de preservação ambiental.

Assim, lançamos o desafio a outros professores e pesquisadores do campo do Ensino de Ciências, para que explorem mais e melhores propostas de ensino com foco na AC dos sujeitos pela via do enfoque CTSA. Sustentamos que o uso de filmes de ficção científica é uma boa alternativa para esse fim.

Referências

- ADAM, Júlio César. Religião e culto em 3d: o filme Avatar como vivência religiosa e as implicações disso para a teologia prática. **Estudos Teológicos**, São Leopoldo, v. 50, n. 1, p. 102-115, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.22351/et.v50i1.46>.
- ANDRADE, B. dos S.; VASCONCELOS, C. A. de. O enfoque CTSA no Ensino Médio: um relato de experiência no ensino de Biologia. **Scientia Plena**, [São Cristóvão], v. 10, n. 4, p. 1-9, 2014. Disponível em: <https://bit.ly/38f1Kjr>. Acesso em: 20 set. 2019.
- AULER, Décio. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 68-83, 2003. Disponível em: <https://bit.ly/38e2Uvr>. Acesso em: 20 set. 2019.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 17-29, 2001. Disponível em: <https://bit.ly/38cKKdp>. Acesso em: 20 set. 2019.
- BERNARDO, José Roberto da Rocha; VIANNA, Deise Miranda; SILVA, Vitor Hugo Duarte da. A construção de propostas de ensino em Ciências-Tecnologia (CTS) para a abordagem de temas sociocientíficos. *In*: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; AULER, Décio (org.). **CTS e Educação científica: desafios tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora UnB, 2011. p. 373-394.
- BRANDÃO, Carlos Rodrigues (org.). **Repensando a pesquisa participante**. São Paulo: Brasiliense, 2001.
- BYBEE, Rodger W.; DEBOER, George E. Research on Goals for the Science Curriculum. *In*: GABEL, Dorothy L. (org.). **Handbook of Research in Science Teaching and Learning**. New York: McMillan, 1994. p. 357-387.
- CAPELO, Ana; PEDROSA, Maria Arminda. Formação inicial de professores de ciências, problemas atuais e percursos investigativos. *In*: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; AULER, Décio (org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 135-160.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI). *In*: LONGHINI, Marcos Daniel (org.). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia, MG: EdUFU, 2011. p. 253 -266.
- CASTRO, Nathália Santos de; FERNANDES, Marilena Julimar. A colonização brasileira a partir do filme Avatar. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA UEG, 4. 2014, Iporá. **Anais [...]**. Anápolis: UEG, 2014. p. 124-143. Disponível em: <https://bit.ly/35aSIYd>. Acesso em: 20 set. 2019.
- CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, jan./abr. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>.
- EGGENSPERGER, Klaus. Avatar e os estudos culturais: algumas observações. **Revista X da Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, v. 2, p. 90-103, 2009. ISSN: 1980-0614. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rvx.v2i0.2009.16886>.
- FERRÉS, Joan. **Vídeo e educação**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

FOUREZ, Gérard. **Alphabétisation Scientifique et Technique**: Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. Bruxelas: DeBoeck-Wesmael, 1994.

HURD, Paul DeHart. Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. **Science Education**, [New York], v. 82, n. 3, p. 407- 416, 1998.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. Pilar *et al.* "Doing the Lesson" or "Doing Science": Argument in High School Genetics. **Science Education**, [New York], v. 84, p. 757-792, 2000. Disponível em: <https://bit.ly/2X652iq>. Acesso em: 20 set. 2019.

KRÜGER, Leticia Meurer; ENSSLIN, Sandra Rolim. Método Tradicional e Método Construtivista de Ensino no Processo de Aprendizagem: uma Investigação com os Acadêmicos da Disciplina Contabilidade III do Curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Santa Catarina. **Revista Organizações em Contexto**, São Paulo, v. 9, p. 219-270, 2013. e-ISSN 1982-8756. DOI: <https://doi.org/10.15603/1982-8756/roc.v9n18p219-270>.

MANASSERO, A. *et al.* Evaluación de los temas de ciencia, tecnología y sociedad. **Revista de Ciências**. 2003.

MANDARINO, Mônica Cerbella Freire. Organizando o trabalho com vídeo em sala de aula. **Morpheus**: Revista Eletrônica em Ciências Humanas, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 2002. Não paginado. Disponível em: <https://bit.ly/3rU8YBa>. Acesso em: 20 set. 2019.

MARTÍNEZ, Leonardo Fabio. **Questões sociocientíficas na prática docente**: Ideologia, autonomia e formação de professores. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

MENDONÇA, Lêda Glicério. A literatura de ficção-científica como estratégia de ensino: discussão da ética profissional e do saber-fazer da ciência em sala de aula. **Revista Ciências & Ideias**, Nilópolis, n. 1, v. 1, p. 41-51, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/3ofqmy3>. Acesso em: 20 set. 2019.

MORAN, José Manuel. O vídeo na Sala de Aula. **Comunicação & Educação**, São Paulo, v. 2, p. 27-33, 1995. Disponível em: <https://bit.ly/2XbOFRn>. Acesso em: 20 set. 2019.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Angel; FREITAS, Natália. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RESENDE, Cecília Heliete Silva. **O uso de filmes como material pedagógico**: Avatar, no estudo da natureza, da ciência e tecnologia. 2010. 31 f. Monografia (Especialização em Ciências por Investigação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Uberaba, 2010.

RINK, Anita. Avatar: metáforas de resignificação e (re)imaginação criativa do mundo. **Artefactum**: Revista de Estudos em Linguagem e Tecnologia, Rio de Janeiro, n. 2, p. 113-121, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/2X6gY3T>. Acesso em: 20 set. 2019.

SANTOS, Míriam Stassum dos; AMARAL, Carmem Lúcia Costa; MACIEL, Maria Delourdes. Temas Sociocientíficos (leite) em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 5, n. 3, p. 115-121, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/2LhtRFF>. Acesso em: 20 set. 2019.

SANTOS FILHO, Andreilino Ferreira; AMARAL, Kele Conceição Alves Vilaça. A relação entre homem e natureza em Avatar: uma leitura rousseauiana. **Pesquisa em Foco**: Educação e Filosofia, São Luís, v. 8, ano 8, abr. 2015. Não paginado. Disponível em: <https://bit.ly/38dn1d3>. Acesso em: 20 set. 2019.

SANTOS, Wagner José dos; SILVA, Ivanderson Pereira da. Potencialidades do filme de ficção Avatar para a alfabetização científica dos sujeitos no contexto da educação básica. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v. 13, n. 28, p. 51-63, jul./dez. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/38dnKeh>. Acesso em: 20 set. 2019.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, p. 333-352, 2008.

SILVA, Luís Carlos Lemos da. O método científico: algumas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. **Kínesis**, Marília, SP, v. 2, n. 3, p. 306-315, 2010. DOI: <https://doi.org/10.36311/1984-8900.2010.v2n03.4352>.

SILVA, Osmair Benedito da; OLIVEIRA, Jane Raquel Silva de; QUEIROZ, Salte Linhares. Abordagem CTS no ensino médio: estudo de caso com enfoque científico. *In*: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; AULER, Décio (org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 135-160.

SOUSA, Polliane Santos de; GEHLEN, Simoni Tormöhlen. Questões sociocientíficas no ensino de ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, e2569, 2017. ISSN 1983-2117. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172017190109>.

VILCHES, Amparo *et al.* Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de la ciudadanía y, en particular, de los educadores, en la construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos. **Revista CTS**, Buenos Aires, v. 4, n. 11, p. 139-162, 2008. Disponível em: <https://bit.ly/3rUv1Yg>. Acesso em: 20 set. 2019.