

O ENSINO DE E SOBRE CIÊNCIA POR MEIO DA SÉRIE DE FICÇÃO CIENTÍFICA JORNADA NAS ESTRELAS

The teaching and on science in fiction series media scientific Star Trek

Alessandra de Souza Teixeira [alessandrasouzateixeira@gmail.com]

Kélen da Silva Xavier [kelen.s.xavier@gmail.com]

Felipe Damasio [felipedamasio@ifsc.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
Av. XV de Novembro, Aeroporto, Araranguá – Santa Catarina, Brasil.*

Resumo

O trabalho relata um estudo que ocorre por meio do projeto *Frota Estelar de Araranguá*, vinculado ao *Clube de Astronomia de Araranguá* do Instituto Federal de Santa Catarina. Neste projeto, é apresentada uma abordagem que utiliza ficção científica no ensino de ciências na Educação Básica, a qual é analisada a série televisiva *Jornada nas Estrelas*. A metodologia consiste em seis etapas: (i) planejamento e elaboração do material potencialmente significativo; (ii) apresentação e discussão de episódios de *Jornada nas Estrelas*; (iii) discussão de conceitos de ciência e sobre natureza da ciência por meio de aulas expositivas dialogadas; (iv) exploração de textos escritos especialmente para o projeto que abordam natureza da ciência e conceitos científicos; (v) construção e exploração de uma página educativa na rede mundial de computadores para reunir materiais potencialmente significativos para alunos e professores; e (vi) avaliação do projeto. O estudo é desenvolvido desde 2014 e os indicativos são de que a metodologia pode despertar a predisposição em aprender e que o material pode ser entendido como potencialmente significativo, as duas condições que Ausubel preconiza para que haja aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Natureza da Ciência; Jornada nas Estrelas; Ensino de Ciências; Aprendizagem Significativa; Ficção Científica.

Abstract

This paper reports a study that takes place through the project *Frota Estelar de Araranguá*, Araranguá linked to the *Clube de Astronomia de Araranguá* of the Federal Institute of Santa Catarina. This project presents an approach that uses science fiction in science teaching in basic education, which is considered the television series *Star Trek*. The methodology consists of six steps: (i) planning and development of potentially significant material; (ii) presentation and discussion of episodes of *Star Trek*; (iii) discussion of science concepts and about the nature of science through lectures dialogued; (iv) Operating texts written especially for the project addressing the nature of science and scientific concepts; (v) construction and operation of an educational page on the World Wide Web to gather potentially significant materials for students and teachers; and (vi) assessment of the project. The study is developed since 2014 and the indications are that the methodology can arouse willingness to learn and that the material can be understood as potentially significant, both conditions that Ausubel calls for there to be meaningful learning.

Keywords: Nature of Science; Star Trek; Science Teaching; Meaningful Learning; Science fiction.

1 Introdução

Um número crescente de pesquisadores tem defendido que a educação científica deve inserir conteúdos *sobre* ciência em sala de aula, de modo a contribuir para o desenvolvimento das competências necessárias para a formação do cidadão do século XXI. Isto não significa negligenciar a educação *de* ciências, mas agregar conteúdos específicos na busca de uma educação *de, sobre e pela* ciência (Forato *et al.*, 2011).

A importância de um ensino *sobre* ciência para promover uma educação científica de qualidade é a de preparar o estudante para lidar com as constantes inovações das ciências e tecnologias, facilitando a compreensão da articulação entre os conteúdos científicos e seus usos sociais para que então seja possível desenvolver o pensamento crítico e criativo. Desta forma, a imagem que os estudantes constroem sobre a ciência será cada vez menos entendida como uma disciplina neutra e objetiva, desligada de questões sociais, filosóficas, políticas, econômicas e éticas (Santos, 1999).

De acordo com Matthews (1995), a História, Filosofia e Sociologia da Ciência podem contribuir para o ensino ao aproximá-la dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade. Podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, de forma a permitir o desenvolvimento do pensamento crítico. Também colaboram para um entendimento mais integral da componente curricular, procurando diminuir a falta de significação nas aulas.

Um dos propósitos da educação científica é permitir aos alunos compreenderem questões que envolvem resultados recentes das pesquisas científicas e, para alcançar esse objetivo, os estudantes devem reconhecer os limites e possibilidades do conhecimento científico (Allchin, 2011 *apud* Vital & Guerra, 2014). Dessa forma, torna-se imprescindível o comprometimento dos professores em abordar o processo de produção do conhecimento científico para que o aluno passe a entender a ciência como uma atividade humana historicamente contextualizada (Köhnlein & Peduzzi, 2005). Esses autores destacam ainda que o domínio das teorias científicas não é mais condição suficiente para a atuação do professor de ensino de ciências em geral; é preciso também ter uma formação em disciplinas como a epistemologia e outras áreas afins.

A necessidade de uma formação docente que aborde a construção do conhecimento científico é defendida por trabalhos, como o de Gil Pérez *et al.* (2001), que aborda as visões deformadas dos professores sobre o trabalho científico, que refletem implícita ou explicitamente suas concepções sobre a natureza da ciência. Estudos têm mostrado que a visão empírico-indutivista da ciência é a mais difundida por professores de ciências (Moreira & Ostermann, 1993; Gil Pérez *et al.*, 2001; Silveira & Ostermann, 2002; Köhnlein & Peduzzi, 2002).

Todo professor de ciências é também um de filosofia da ciência, estando consciente disso ou não. A maneira como o docente ensina, mesmo que não aborde filosofia e epistemologia da ciência, expõe concepções que afetam o modo pelo qual o empreendimento científico é apresentado aos alunos (Arthur, 2010). Ignorar essa influência no ensino é um problema, pois nenhum professor pode negligenciar-se de um ensino *sobre* ciência.

Martins (2007) aponta algumas das dificuldades que os professores enfrentam para inserir História e Filosofia da Ciência no contexto aplicado do ensino e aprendizagem em ciências. Os principais problemas citados pelo autor são a falta de material pedagógico adequado, falta de conhecimento do professor e dificuldades de leitura e interpretação de textos por parte dos alunos.

Uma possível estratégia para abordar História e Filosofia da Ciência é por meio da ficção científica. Professores e pesquisadores têm defendido que, com ou sem falhas conceituais, a ficção científica pode ser um importante recurso no contexto da educação científica para discutir uma ciência mais ampla (Piassi, 2007). A escolha da série *Jornada nas Estrelas* para uma educação pela ciência se justifica por ela fazer parte da cultura popular. Também apresenta erros e acertos, tanto sob o ponto de vista dos conceitos científicos como de natureza da ciência, passíveis de estudo e discussões. A ficção científica da série apresenta elementos da cultura científica, as tecnologias futurísticas podem ter a potencialidade de provocar a predisposição em aprender nos alunos.

O presente trabalho é norteado pelas quatro razões de inserir a ficção científica no contexto da educação em ciências, descritas por Piassi (2015): (i) *motivação*: o uso da ficção científica se justifica por um suposto interesse que ela é capaz de despertar nos estudantes; (ii) *atitudes*: pode ser vista como uma forma de produzir uma relação positiva do estudante com a cultura e o conhecimento científicos; (iii) *cognição*: auxiliaria os estudantes no processo de aprendizagem de conceitos científicos; (iv) *habilidades*: potencializa a criatividade e o pensamento crítico, considerados importantes na educação científica e que são incentivados pelo uso da ficção científica.

Ao utilizar ficção científica em sala de aula, geram-se momentos de discussão e questionamentos sobre conceitos de natureza da ciência, bem como os fenômenos e leis científicas que podem ser abordados durante as aulas. Neste viés, percebe-se que a inserção de filmes e séries de ficção científica deve ser efetuada no início das atividades, pois servem como um aparato desencadeador da aprendizagem e organizador dos conceitos que serão explorados (Gomes-Maluf & Souza, 2008). Os autores mencionam a importância de inserir a ficção científica logo no início de toda atividade pedagógica, pois este instrumento metodológico possui características de um material potencialmente significativo que auxilia no processo de aprendizagem dos alunos, como indica a Teoria da Aprendizagem Significativa.

O problema de pesquisa é: como contribuir para a evolução conceitual da ciência e de natureza da ciência na formação de cidadãos que possam entender a natureza do conhecimento científico de acordo com a moderna filosofia da ciência?

Para tanto, as atividades de extensão do projeto foram realizadas em quatro escolas da região de Araranguá. Primeiro elaborou-se todo o material. Posteriormente, os proponentes entraram em contato com as escolas para aplicar o projeto. Foram planejadas com as escolas as datas para o início, o agendamento das salas de aula e organização dos equipamentos necessários.

O objetivo geral da pesquisa é desenvolver um trabalho pedagógico com foco na evolução conceitual da ciência e de natureza da ciência, oportunizado através de um ambiente potencializador pautado nas condições da teoria de Ausubel. Com os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar o universo científico de *Jornada nas Estrelas* por meio da discussão dos conceitos de ciência e natureza da ciência que são recorrentes na série;
- Desconstruir a visão racionalista da ciência e de cientista apresentada em *Jornada nas Estrelas* através do personagem Spock;
- Avaliar o projeto por meio de diários de bordo e grupos focais para identificar indícios de evolução crítica e aprendizagem significativa dos alunos.

2 Referencial Teórico

Contribuíram para o desenvolvimento da *Frota Estelar de Araranguá* referentes educacionais, epistemológicos e metodológicos. Tal opção é para procurar evitar debilidades de uma pesquisa em educação científica, como, por exemplo, trabalhos sem referencial teórico, metodológico e epistemológico coerente e consistente (Moreira, 2004). O referencial metodológico é a utilização da ficção científica por meio de uma série para abordar História e Filosofia da Ciência.

É importante ter um referencial epistemológico porque todo professor, ao ensinar conteúdos científicos, possui uma visão que, querendo ou não, influenciará a concepção de ciência exposta aos alunos. Como destaca Forato *et al.* (2011) qualquer narrativa da História da Ciência encerra uma visão do conhecimento científico e dos processos de sua construção. A filosofia da ciência por trás do presente projeto é a epistemologia de Paul Feyerabend, pois um dos objetivos do estudo é se afastar de uma visão metodológica acumulativa, isolada e única através de reflexões e discussões acerca do trabalho dos cientistas e suas relações com a cultura e a sociedade no contexto em que estão inseridos.

2.1 Valores Educacionais

2.1.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

A teoria da aprendizagem significativa foi inicialmente proposta por David Ausubel (1918-2008) na segunda metade do século XX. De acordo com Ausubel, o processo de ensino-aprendizagem deve levar em conta o conhecimento prévio que o estudante traz consigo. Dessa forma, o estudo justifica que só podemos aprender a partir daquilo que já conhecemos. Todos nós reconhecemos que nossa mente é conservadora, ou seja, aprendemos a partir do que já temos em nossa estrutura cognitiva (Moreira, 2005).

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel enfatiza a importância da integração de um novo conteúdo aprendido com os conhecimentos já existentes. O conhecimento que o estudante aprende se tornará significativo quando for possível explicá-lo com suas próprias palavras, possibilitando a resolução de situações e problemas novos. As ideias prévias fazem parte da estrutura cognitiva de cada ser humano, adquirida com a interação com o meio social e o ambiente cotidiano. A aprendizagem significativa estabelece que uma nova informação se relaciona (interage) com a estrutura cognitiva do indivíduo. Essa interação deve ser relevante para quem aprende (Moreira, 2006).

A teoria de Ausubel preconiza as condições necessárias para ocorrer a aprendizagem significativa: a predisposição dos alunos em aprender e o material didático selecionado ser potencialmente significativo. Para tanto, deve-se relacioná-lo com a estrutura cognitiva, e ela deve possuir algum significado relevante (o material em si não é significativo, mas as pessoas que atribuem significados a ele). O aprendiz deve apresentar uma predisposição em aprender, possuindo conhecimentos prévios relevantes com os quais esse material possa estar relacionado. Não precisa exatamente gostar da disciplina, mas saber relacionar os novos conhecimentos com os conhecimentos prévios, modificando-os. Cada aluno possui conhecimentos prévios distintos, e

atribui significados diferentes a eles, portanto, sua aprendizagem se dá de maneira diferenciada da dos demais (Moreira, 2002).

Os conteúdos apresentados serão assimilados na estrutura cognitiva prévia do aluno de forma não arbitrária, isto é, de modo que não seja organizado de qualquer forma e não literal, sendo fraseado de forma diferente pelo aprendiz. Ausubel elenca alguns princípios facilitadores para a formação de uma aprendizagem significativa, tais como: *diferenciação progressiva*, *reconciliação integradora*, *organização sequencial* e a *consolidação* (Moreira, 2006).

A partir da *diferenciação progressiva*, ocorre a organização de conceitos específicos mais relevantes que devem ser apresentados no começo e progressivamente diferenciados. A *reconciliação integradora* acontece por meio de material instrucional que aponte as principais relações de semelhanças e diferenças presentes nos conceitos. Os dois processos (*diferenciação progressiva* e *reconciliação integradora*) são simultâneos e necessários à construção cognitiva. Já a *organização sequencial* inicia com a organização de forma sequenciada e lógica dos materiais. A sequência dos materiais ocorre de acordo com os significados que são atribuídos a eles, por meio de ideias-âncoras relevantes para a compreensão de um dado tópico que pressupõe o entendimento prévio de algum outro relacionado. As relações entre a organização dos materiais acontecem com a *consolidação*, que define se os conceitos apresentados promoveram novos conhecimentos no aluno (Moreira, 1999).

A principal sugestão de Ausubel para preparar a estrutura cognitiva do sujeito é a estratégia chamada por ele de *organizador prévio*. Essa estratégia pode ser constituída por materiais introdutórios apresentados antes do material instrucional em si, em um nível alto de generalização e abstração. Os materiais servem de ponte entre o conhecimento prévio do sujeito e o campo conceitual que se pretende que ele aprenda significativamente. Organizadores prévios podem fornecer ideias-âncoras relevantes no campo conceitual a ser introduzido. Podem servir de ponto de ancoragem inicial quando o sujeito não possui os conceitos necessários para que a aprendizagem significativa se desenvolva (Moreira, 2008).

No projeto *Frota Estelar de Araranguá*, a série de ficção científica *Jornada nas Estrelas* foi utilizada de acordo com os princípios e estratégias de Ausubel. Ela faz o papel de organizador prévio quando apresentado antes do material potencialmente significativo para desempenhar-se como ponte cognitiva. Ela fornece as ideias-âncoras para a organização sequencial.

Também a avaliação é feita de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa. Uma avaliação que busque indícios de aprendizagem deve utilizar questões e problemas que sejam novos, devendo ser, no mínimo, fraseados de maneira diferente se comparados ao material instrucional. Dessa forma, o que se pretende é afastar-se de uma avaliação baseada no certo ou errado, sim ou não, sabe ou não sabe, tudo ou nada, em uma situação que os professores são cobrados por evidências documentais objetivas, ou seja, provas de que o estudante “sabe ou não sabe” alguma coisa (Moreira, 2010).

2.1.2 Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica

Moreira (2005) defende que a aprendizagem, além de ser significativa, deve ser crítica, justificando que essa é uma estratégia necessária para sobreviver na sociedade contemporânea. Inspirado nas ideias de Postman & Weingartner (1969), o autor apresenta reflexões de como a

aprendizagem significativa pode ser crítica por meio de princípios facilitadores.

Postman e Weingartner diziam que a escola ainda se ocupa em ensinar conceitos fora de foco tais como o de verdade absoluta, fixa e imutável, respostas certas, o de entidade isolada, dicotomias do tipo certo-errado, sim-não, para cima-para baixo e o conceito de que o conhecimento é transmitido por uma autoridade superior. Dessa educação, resultariam pessoas intolerantes, passivas, acrílicas, autoritárias e conservadoras.

Moreira (2005) adiciona mais alguns conceitos fora de foco que a escola ensina: (i) o conceito de informação como algo necessário e bom, quanto mais informação, melhor, estamos em plena era da informação; (ii) o conceito de idolatria tecnológica, a tecnologia é boa para o homem e está necessariamente associada ao progresso e à qualidade de vida; (iii) o conceito de consumidor cômico de seus direitos, quanto mais consumir, melhor, quanto mais objetos desnecessários comprar, melhor, mas deve fazer valer seus direitos de consumidor; (iv) o conceito de globalização da economia como algo necessário e inevitável, o livre comércio sem restrições é bom para todos; (v) o conceito de que o "mercado dá conta", por exemplo, a educação é uma mercadoria que pode ser vendida por qualquer instituição, "o mercado se encarrega" da oferta, da procura, da qualidade.

Dessa forma, a escola está preparando o aluno para o consumismo e a globalização, sem ter criticidade sobre a sociedade em que vive. Moreira (2005) apresenta uma saída para essa situação: **a aprendizagem significativa crítica**. A “aprendizagem significativa crítica é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela” (Moreira, 2005, p. 7). A partir dessa aprendizagem é que o aluno tem a possibilidade de fazer parte da sua cultura e, ao mesmo tempo, não ficar preso a ela, por seus ritos, mitos e ideologias. Assim, poderá usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo.

Os princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica são onze, propostos por Moreira de uma forma viável de ser implementada em sala de aula: o primeiro se refere ao princípio do conhecimento prévio, afirmando que, para ser crítico de algum conhecimento, o sujeito tem que aprendê-lo significativamente e, para isso, seu conhecimento prévio é a variável mais importante; o segundo é o princípio da interação social e do questionamento por meio do ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas, que ocorre quando o professor e o aluno compartilham significados com a troca de perguntas ao invés de respostas. O terceiro é o princípio da não centralidade do livro-texto, ou seja, a utilização de artigos científicos, contos, poesias, crônicas, relatos, obras de arte, produções originais e tantos outros materiais que representam melhor a produção do conhecimento humano.

O quarto é o princípio do aprendiz como perceptor/representador, em que o aluno percebe o mundo e o representa, não é um mero receptor. A percepção por parte do sujeito é baseada em sua percepção prévia. Dessa forma, cada aluno perceberá de maneira única o que lhe for ensinado. O quinto é o princípio do conhecimento como linguagem, que enfatiza cada disciplina como uma forma diferente de ver o mundo. O sexto é o princípio da consciência semântica, os significados estão nas pessoas e não nos fatos e palavras. As pessoas não podem dar significados às palavras que estejam além de sua experiência; por isso, é importante o conhecimento prévio.

O sétimo é o princípio da aprendizagem pelo erro: o ser humano erra o tempo todo, pois é a sua natureza. Não há nada errado em errar. Errado é pensar que a certeza existe, que a verdade é absoluta e que o conhecimento é permanente. No entanto, a escola ignora o erro e promove a aprendizagem de fatos e teorias como verdades absolutas. O oitavo é o princípio da desaprendizagem; ele diz que, para aprender de maneira significativa, é fundamental que percebamos a relação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento. Contudo, na medida em

que o conhecimento prévio nos impede de captar os significados do novo conhecimento, estamos diante de um caso no qual é necessária uma desaprendizagem. O nono é o princípio da incerteza do conhecimento, quando o aprendiz percebe que as definições são invenções e criações humanas, e por serem de natureza humana, possuem limitações e incertezas.

O décimo é o princípio da diversidade das estratégias de ensino. Esse princípio é complementar ao terceiro e implica em não usar somente o quadro de giz em que o professor escreve respostas “certas” e os alunos copiam. É necessário diversificar as estratégias de ensino, buscando que o aluno tenha uma participação ativa. Por fim, o décimo primeiro é o princípio do abandono da narrativa. Nele, ao invés de o aluno copiar do quadro o que o professor escreve de textos extraídos do livro, o aluno pode interpretar o que está nos livros, compartilhando essa experiência aos seus colegas e professor. Não basta também que o professor “dê uma boa aula” explicando bem os assuntos, fazendo desenhos e ilustrações diferentes dos livros no quadro, usar *slides*, se os alunos não tiverem a oportunidade de expressarem o que aprenderam, sem discussões, sem debates, sem negociação de significados, entre outros. Moreira (2005) aponta que basta refletir sobre o que nos restou dos conhecimentos aprendidos na escola para concluir que a narrativa é ineficaz. Algumas disciplinas que cursamos na escola parece que nem existiram. Não sobrou nada. Outras, como a Física, por exemplo, as pessoas têm até um certo prazer em dizer que não sabem nada.

O projeto *Frota Estelar de Araranguá* procurou propiciar um ambiente que valorize as concepções prévias dos alunos, por meio de estratégias instrucionais que favoreçam esse aspecto, tais como debates e discussões em que os alunos têm a oportunidade de expressar suas opiniões. Essas concepções também são avaliadas por meio de questionários sobre as atividades desenvolvidas em que eles possam explicar com suas palavras os fenômenos estudados. Valoriza-se o processo de ensino-aprendizagem por meio de questionamentos, inicialmente e, ao longo do processo, os próprios alunos questionam, isto é, são estimulados a isto. O projeto também está de acordo com o princípio da não centralidade do livro-texto e da diversidade de estratégias de ensino. Diversos materiais foram utilizados como recursos durante as aulas, tais como: textos produzidos especialmente para o projeto, animações e apresentações em *slides*, demonstrações e experimentos com materiais de baixo custo, recursos visuais e audiovisuais. O aluno não é visto no projeto como um receptor e, com a abordagem da História e Filosofia da Ciência, espera-se que ele possa desenvolver uma representação crítica da sociedade e o contexto em que a ciência está inserida.

O princípio do conhecimento como linguagem também está envolvido com a *Frota Estelar de Araranguá*, pois a Física abordada se contradiz com as experiências do senso comum, os conceitos científicos possuem significados diferentes e o objetivo é explicitar essas diferenças. A História e a Filosofia da Ciência alinhada a um referencial epistemológico também está de acordo com este princípio, pois a maneira que os eventos históricos são relatados diferem entre si na linguagem, a informação é relatada com palavras diferentes de acordo com a visão epistemológica adotada. O princípio da consciência semântica também é respeitado, pois está relacionado com o conhecimento prévio que cada estudante possui. Dessa forma, as opiniões e os significados de cada estudante são respeitados durante as estratégias adotadas, possibilitando um espaço em que cada um defenda suas convicções. A abordagem da natureza da ciência está de acordo com o princípio da aprendizagem pelo erro, da desaprendizagem e da incerteza do conhecimento, uma vez que a ciência é apresentada como uma forma de conhecimento humano, falível e questionável, sujeita a erros. Assim, a aprendizagem é encarada da mesma forma, pois todos estão sujeitos a errar e isso não é visto como algo ruim que deve ser punido, mas algo necessário para que o conhecimento humano possa evoluir. E por fim, o princípio do abandono da narrativa é também respeitado através da construção de um ambiente em que os alunos possam expressar o que aprenderam, discutir,

debater, questionar e participar de atividades avaliativas em grupos.

2.2 Valores Epistemológicos

2.2.1 Epistemologia de Paul Feyerabend

Paul Karl Feyerabend é um dos mais polêmicos críticos das análises da natureza da ciência. Por alguns, é conhecido como “terrorista epistemológico”; para outros, é o “pior inimigo da ciência” (Regner, 1996). Trata-se de um filósofo, físico e de interesse múltiplos, como teatro.

Feyerabend se opõe ao racionalismo crítico e defende uma postura anarquista em relação ao desenvolvimento do conhecimento. Regner (1996) lembra que, anarquismo não significa ser contra todo e qualquer procedimento metodológico, mas contra a instituição de um conjunto único, fixo, restrito de regras que se pretenda universalmente válido, para toda e qualquer situação.

Chalmers (1993) coloca que Feyerabend mostrou-se fortemente convencido de que nenhuma das metodologias da ciência que foram até agora propostas, são bem sucedidas. O que sustenta a posição do epistemólogo é demonstrar que as metodologias são incompatíveis com a História da Física. “Ele argumenta de forma convincente que as metodologias da ciência fracassaram em fornecer regras adequadas para orientar as atividades dos cientistas” (Chalmers, 1993, p. 175).

O desenvolvimento do conhecimento científico não é caracterizado por regras fixas e metodológicas. Os fatos não se expressam por si só. O cientista analisa um fato com o olhar de suas próprias crenças, ambições, idiossincrasias e concepções subjetivas. A história da ciência está repleta de acidentes e erros, segundo Feyerabend.

O epistemólogo é a favor do anarquismo epistemológico compreendido como sendo uma oposição ao princípio único e às regras metodológicas. A violação dessas regras é necessária para o progresso da ciência porque permite inserir novas hipóteses sem que necessitem corroborar teorias aceitas. Defende o pluralismo metodológico que permite aos cientistas fugirem da padronização do método científico e explorarem sua imaginação. Isso implica que não existe uma única forma de fazer ciência, tal forma não se aplicaria a qualquer situação. Se não fosse assim, a ciência como conhecemos hoje não existiria. “Não se trata, entretanto, de refutar toda e qualquer possibilidade de método, mas de reconhecer que estes têm limitações” (Feyerabend, 1977 *apud* Siqueira-Batista *et al.*, 2005, p. 245).

Feyerabend identifica a origem do racionalismo ainda na Grécia antiga. O filósofo tenta mostrar que a ciência difere profundamente dos padrões ingênuos de excelência propostos pelos racionalistas. Existem várias definições de racionalismo, uma delas é dada por Chalmers (1993). Um racionalista extremo acredita na existência de um critério único, universal e atemporal capaz de avaliar teorias rivais. De acordo com Feyerabend, um racionalista aceita que o conhecimento possa surgir de maneira desordenada e que talvez dependa de emoção e questão de erro, porém exige que, ao julgar tais ideias, tenha-se que seguir regras bem definidas.

Feyerabend não faz prescrições pedagógicas, mas suas ideias servem como reflexão. Toda abordagem da história da ciência tem uma orientação epistemológica e esta deve estar devidamente articulada com o referencial educacional, em uma situação de ensino (Damasio & Peduzzi, 2015). No ensino de ciências tal como é hoje, a imagem de ciência que predomina é a empirista-indutivista

de produção de conhecimento, uma difusão ultrapassada da natureza da ciência (Silveira & Ostermann, 2002).

Feyerabend defende que o ensino de ciências não pode ser por doutrinação mediante técnicas de catequese (Terra, 2002). O epistemólogo valoriza o conhecimento prévio trazido por cada tradição e/ou indivíduo. A postura relativística enseja ao estudante aprender ciência e, ao mesmo tempo, ser crítico a ela, não sendo mais vista como certeza de uma verdade fixa e inquestionável. O aluno entenderá que o conhecimento é uma invenção humana sem garantia alguma de verdade.

O projeto *Frota Estelar de Araranguá* apoia-se na epistemologia de Feyerabend para abordar a ciência como uma forma de conhecimento humano que é construído, e não descoberto a partir de dados prontos. Parte do princípio de que o conhecimento científico não é desenvolvido por um único personagem isolado da ciência, mas sim coletivamente. A ciência é abordada como uma entre várias formas de conhecimento humano, não superior a estas, ou seja, todas as tradições possuem seu valor e não são dominadas por outras, como, por exemplo, a ideia de que a ciência é sinônimo de racionalidade, como se essas duas não fossem tradições elas mesmas. Procurou-se trazer essas questões para debates em sala de aula, por meio de exemplos na História da Ciência com o auxílio da série *Jornada nas Estrelas*, que mostra, assim como a maioria dos meios de comunicação, a visão de cientista lógico, ocidental, homem e branco de preferência, isolado de questões sociais e econômicas.

3 Revisão Bibliográfica

Para a revisão, foram pesquisados artigos nos seguintes periódicos: *Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)*, *Investigação em Ensino de Ciências (IENCI)*, *Experiências em Ensino de Ciências (EENCI)*, *Ciência & Educação (C&E)*, *Física na Escola (FnE)*, *Aprendizagem Significativa em Revista (ASR)* e *Química Nova na Escola (QNE)*. O período de pesquisa ficou restrito aos últimos dez anos. Os indexadores pesquisados foram: uso didático da História e Filosofia da Ciência, uso didático de séries e filmes de ficção científica e aspectos metodológicos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).

Não se pretende, neste trabalho, tratar o estado da arte. Foram descritos apenas os trabalhos que contribuiriam para a presente pesquisa (conforme a Tabela 1), não esgotando todos os trabalhos publicados nesses periódicos durante este período nos indexadores pesquisados. Os artigos foram selecionados pelos títulos, resumos e palavras-chave acerca dos indexadores.

A Tabela 1 indica somente o número de trabalhos selecionados para análise no presente artigo, totalizando 18 trabalhos. Como se pode ver, poucos são os trabalhos envolvendo o uso didático de séries e filmes de ficção científica e de UEPS. Também pode se perceber na tabela quais são as revistas que mais publicam sobre o uso didático da História e Filosofia da ciência, com destaque para o Caderno Brasileiro de Ensino de Física. A seguir, estão descritas as caracterizações gerais dos trabalhos.

Tabela 1 – Quantidade de artigos selecionados para esta revisão bibliográfica.

Periódico	Uso didático da História e Filosofia da Ciência	Uso didático de séries e filmes de ficção científica	Aspectos metodológicos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)
RBEF	00	00	00
CBEF	06	00	00
IENCI	01	00	02
EENCI	02	00	00
C&E	01	03	00
FnE	00	00	00
ASR	00	00	02
QNE	01	00	00
Total	11	03	04

3.1 Uso Didático da História e Filosofia da Ciência

Buscando atingir os objetivos de melhorar a compreensão da ciência como uma atividade humana e facilitar a aprendizagem de conceitos científicos, Silveira *et al.* (2010) elaboraram uma sequência didática usando atividades, tais como leitura e discussão de textos, questionários, oficinas e debates que envolveram a parte conceitual e histórica do movimento relativo, aplicadas a uma turma de Licenciatura em Física. Os autores exploraram aspectos de natureza da ciência tais como o de que a Física possui mudanças de paradigmas e que os conceitos devem ser analisados dentro de uma concepção de mundo. De acordo com os autores, os alunos apresentaram uma nova visão sobre a evolução dos conceitos da Física; porém, ainda persistiram dificuldades em romper-lhes a visão empirista-indutivista.

A elaboração, aplicação e análise de uma unidade didática que propõe a introdução de elementos da História e Filosofia da Ciência foi relatada por Silva & Martins (2010). A experiência foi aplicada a turmas do Ensino Médio e envolveu episódios históricos acerca da natureza da luz. Atividades como leitura de textos, discussões e questões sobre os textos, um júri simulado e aplicação de um questionário foram realizadas junto aos alunos. De acordo com os autores, os resultados foram positivos em relação à aprendizagem da maioria, tanto em relação a uma melhor compreensão da ciência quanto em relação a conceitos da óptica.

O trabalho de Anjos & Justi (2015) propõe uma atividade que oferece uma situação-problema, para que os alunos possam refletir e tomar decisões por meio de um júri simulado, com o objetivo de julgar a ação de uma indústria farmacêutica responsável pelo teste de um novo medicamento em uma população vulnerável. Dessa forma, as autoras recomendam um enfoque

interdisciplinar, envolvendo disciplinas como Geografia, História, Filosofia, Sociologia e Literatura para ampliar a discussão. As autoras consideram relevante a participação dos alunos em discussões que favorecem a oportunidade de pensar nos cientistas de forma diferente, como sujeitos de uma sociedade que podem influenciar e serem influenciados pelos acontecimentos. Isso favorece uma visão mais ampla e crítica da ciência e resulta em uma maior motivação dos alunos para estudá-la.

Uma experiência didática envolvendo a Física e a Arte através da História da Ciência é apresentada por Medina & Braga (2010). Os autores relatam o uso do teatro para promover uma aprendizagem interdisciplinar, a partir da encenação de um texto adaptado da peça *A Vida de Galileu Galilei*, de Bertolt Brecht. Os autores apontam que o uso desses textos transmite ideias sobre a natureza da ciência, que permite uma reflexão do público sobre seu papel social, possibilitando ainda o interesse por assuntos dessa esfera. A experiência foi inicialmente realizada em um colégio particular e, depois, em uma escola pública da rede federal. A avaliação do projeto foi desenvolvida em duas etapas: a primeira por meio de uma investigação etnográfica pelo professor ao longo de todo o processo; e a segunda, por meio de um grupo focal em que os alunos puderam avaliar sua aprendizagem e discutir sobre o trabalho de todos. Os resultados indicam que os alunos tiveram uma participação voluntária efetiva, assimilaram os conteúdos científicos abordados e tiveram interesse por mais peças científicas.

Implicações educacionais de cunho motivacional, histórico-epistemológico e conceitual vinculadas às Conferências Nobel de Marie e Pierre Curie sobre a radioatividade é o alvo do trabalho de Cordeiro & Peduzzi (2010). Os autores exploram os diálogos das conferências como contra-exemplos de visões deformadas do trabalho científico, e argumentam que o “Prêmio Nobel possui um *glamour* que encanta e atrai a todos, dos leigos aos cientistas, e essa atração pode servir como elemento motivador tanto para alunos de Ensino Médio quanto para cursos universitários das áreas que ele premia” (Cordeiro & Peduzzi, 2010, p. 475-476). Além disso, sua aplicação em sala de aula é viável, pois os textos e documentos são redigidos pelo próprio cientista em linguagem acessível ao público e estão disponíveis na página eletrônica do Prêmio Nobel. Os autores concluem que o tema radioatividade é relevante para uma abordagem de natureza da ciência, porque traz à tona a figura da mulher na ciência e permite gerar discussões para extrapolar a questão do gênero e adentrar outras minorias que contribuíram para a ciência, mas são ignoradas.

Silva & Moraes (2015) discutem a introdução da Física Moderna no Ensino Médio através de uma abordagem histórico-filosófica, envolvendo o estudo da espectroscopia em uma possibilidade de interseção entre as disciplinas de Química e Física. Os autores optaram por uma pesquisa qualitativa, com a gravação das aulas em áudio e vídeo. O estudo histórico-filosófico da espectroscopia apresentou a possibilidade da realização de experimentos com os alunos e foi importante para levantar elementos de natureza da ciência. As dificuldades apontadas pela pesquisa foram superadas de modo satisfatório, permitindo apontar que o estudo do tema espectroscopia nas aulas de Física é capaz de suscitar questões importantes ao estudo do modelo atômico desenvolvido nas aulas de Química.

Köhnlein & Peduzzi (2005) apresentam um módulo didático baseado em uma abordagem histórico-filosófica da Teoria da Relatividade Restrita. O módulo foi aplicado em uma turma do Ensino Médio de uma escola pública e as atividades envolvidas consistiram em história em quadrinhos, questionários, discussões e apresentação em grupo. De acordo com os autores, os resultados indicaram receptividade dos alunos em relação às atividades desenvolvidas e mudanças significativas nas concepções de ciência e do trabalho científico.

O trabalho de Francisco Junior *et al.* (2015) investiga elementos acerca da visão de cientista e atividade científica presentes na obra *Ponto de Impacto* de Dan Brown. A obra permite inserir

elementos da História e Filosofia das Ciências no campo da educação nas escolas e também na formação de professores de ciências. Os autores afirmam que leitores não costumam analisar de forma crítica as informações presentes no texto; assim, o estereótipo de cientista veiculado por diversas mídias contribui para a divulgação de uma visão distorcida de cientista, presente no senso comum.

A desconstrução racional de como um cientista é visto pelos alunos foi o alvo do trabalho de Faria *et al.* (2014). O objetivo dos autores foi apresentar uma atividade que se baseia nas histórias imaginadas sobre cientistas e são discutidas as suas potencialidades para a exploração das ideias dos alunos sobre a natureza da ciência. Os autores relatam que obtiveram dados através de entrevistas com professores e alunos. Os resultados indicaram que os alunos possuem ideias inadequadas acerca do que é a atividade científica. Foram relatadas também as dificuldades por parte dos professores na discussão e no confronto dessas ideias, que dificultam a compreensão acerca da natureza do conhecimento científico.

Gatti *et al.* (2010) relatam uma experiência didática para integrar a História da Ciência ao ensino de Física, tendo como pano de fundo o desenvolvimento histórico do tema atração gravitacional. O trabalho dos autores foi realizado com estudantes de Licenciatura em Física, cujo objetivo foi realizar discussões acerca de concepções alternativas sobre a evolução histórica da natureza da ciência em relação ao tema atração gravitacional, além de leituras e debates de textos, contemplando discussões recentes sobre o ensino de ciências. A avaliação aconteceu por meio de entrevista com grupo focal, com as opiniões dos participantes sobre a possibilidade de se integrar a História da Ciência no ensino. Os resultados mostraram indícios de evolução nas concepções dos futuros professores.

Este recorte da revisão bibliográfica indicou que existem diversas possibilidades para abordar aspectos da história e natureza da ciência no contexto do ensino de ciências. A abordagem a ser adotada pode ser enfocada sob distintas perspectivas filosóficas, históricas ou sociológicas (Forato *et al.*, 2011). Os artigos de Silveira *et al.* (2010) e Silva & Martins (2010) contribuíram de forma positiva através da construção de textos sobre História da Ciência, que procuram desconstruir a visão empírico-indutivista do conhecimento científico. O trabalho de Anjos & Justi (2015) colaborou no sentido de oportunizar a participação dos alunos em discussões e também em uma abordagem interdisciplinar, pois o projeto envolve as disciplinas de Física, História da Ciência e Astronomia. Os trabalhos de Silva & Moraes (2015) e Köhnlein & Peduzzi (2005) auxiliaram na inserção de Física Moderna com uma abordagem histórico-filosófica no ensino básico, como foi a proposta da *Frota Estelar de Araranguá* ao abordar a Teoria da Relatividade Geral e seus aspectos histórico-filosóficos. Já os trabalhos de Faria *et al.* (2014), Francisco Junior *et al.* (2015) e Cordeiro & Peduzzi (2010) tiveram como finalidade investigar como o cientista é visto pela sociedade geral e escolar, que se caracteriza por uma visão racional, que ajuda o projeto a tentar desconstruir esse estereótipo. Os trabalhos de Medina & Braga (2010) e Gatti *et al.* (2010) propuseram a técnica do grupo focal como instrumento de avaliação; da mesma forma, o projeto adotou a técnica como alternativa para verificar a ocorrência ou não da evolução conceitual em relação aos conteúdos *de e sobre* ciência.

3.2 Uso Didático de Séries e Filmes de Ficção Científica

Neste recorte de revisão, o autor que se destaca é Luís Piassi, que faz uma revisão bibliográfica sobre trabalhos internacionais que usam a ficção científica nas aulas de ciências (Piassi, 2007, 2013). No ensino formal, o uso da ficção científica em sala de aula vem sendo

sugerido por diversos professores e pesquisadores (Piassi, 2013).

A concepção comum que se tem ao utilizar a ficção científica na sala de aula é procurar despertar o interesse dos alunos, motivá-los, proporcionar-lhes entretenimento. Não é esse o único objetivo que se quer buscar ao proporcionar uma educação científica com consistência, mas também oportunizar aos estudantes que questionem a respeito de suas vidas, das possibilidades que os tempos futuros podem nos reservar (Piassi, 2015).

A ideia da inserção da ficção científica no currículo de ciências não é apenas a de estudar leis, fenômenos e conceitos científicos. De acordo com Piassi (2015), a proposta é estruturar o conhecimento em três esferas: (i) Conceitual e Fenomenológica (C): leis, fenômenos, conceitos, experimentos, em outras palavras, os produtos de conhecimento da ciência; (ii) Metodológica e Histórica (M): a história, os métodos da ciência e sua epistemologia, ou os processos de produção do conhecimento; (iii) Social e Política (S): as relações entre a ciência e outros campos da sociedade e cultura humanas.

A ficção científica é um dos grandes meios de veiculação de ideias a respeito da ciência, seja em filmes, séries de televisão, desenhos animados, livros, quadrinhos, e mais recentemente, jogos de interpretação de papéis (RPG) e de computador. “Hoje em dia o público leigo está mais familiarizado com expressões como força gravitacional, neutrinos, feixes de partículas” (Piassi, 2015, p. 787).

Para Dubeck (1993) *apud* Piassi (2013), os princípios científicos abordados em filmes de ficção científica são mais entendíveis do que equações matemáticas e descrições dos livros-texto, pois são diretamente visualizados pelos estudantes. Além disso, os filmes lidam com os temas científicos sob a perspectiva de muitas disciplinas, possibilitando ao estudante vivenciar a ciência em um contexto interdisciplinar. O autor justifica que, no mundo real, as situações raramente são restritas a uma única disciplina.

O fato é que os alunos estão cada vez mais perdendo o interesse pela ciência como é ensinada na escola, cujo papel de influenciar os estudantes nas questões científicas vem se perdendo. “Por que os alunos demonstram vivo interesse pelas questões apresentadas na mídia e não pelas colocadas em sala de aula?”, questiona Piassi (2007). O autor aponta que, em muitas obras de ficção científica, aparecem “erros científicos”, tais como barulhos no vácuo do espaço, clonagem de seres humanos que copiam as lembranças, substâncias capazes de deixar uma pessoa invisível. Acrescentando mais alguns: naves espaciais viajando a velocidades superiores à da luz, pessoas se teletransportando instantaneamente, seres híbridos como metade humano e metade vulcano. Abordar somente esses aspectos superficiais não basta.

Alguns dos problemas enfrentados ao levar filmes de ficção científica para a sala de aula é a duração que envolve um tempo de cerca de duas horas (Piassi, 2007). Por esse motivo, usar séries pode ser uma solução para esse problema, como por exemplo a *Série Clássica de Jornada nas Estrelas* que contém 50 minutos em cada episódio.

Estes trabalhos contribuem no sentido de demonstrar a importância que a ficção científica exerce no processo de ensino e aprendizagem de projetos de divulgação científica. As contribuições positivas destes trabalhos auxiliaram para a elaboração e execução das atividades do projeto *Frota Estelar de Araranguá*, como, por exemplo, utilizar a série *Jornada nas Estrelas* como organizador prévio e abordar conteúdos científicos e de natureza da ciência presentes na série. O diferencial deste projeto é articular a ficção científica com a fundamentação teórica: educacional e epistemológica.

3.3 Aspectos Metodológicos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) são sequências de ensino fundamentadas na teoria da aprendizagem significativa (Moreira, 2011). As UEPS podem ser utilizadas como aspecto metodológico da teoria, podendo ser utilizada na sala de aula na prática para avaliar a ocorrência da aprendizagem significativa, ou evidências dela, por parte dos educandos. Uma UEPS é uma forma de organizar o material instrucional que se quer aplicar em uma situação de ensino. Ela pode ser planejada, implantada, avaliada e, posteriormente, pode requerer ajustes.

Moreira (2011) define aspectos sequenciais para a construção de uma UEPS. O primeiro é definir o assunto a ser abordado no contexto da disciplina e explicitar o objetivo principal que se queira atingir. Em seguida, é necessário criar e propor situações-problema para identificar o conhecimento prévio dos alunos que é relevante para a aprendizagem significativa do assunto. As situações-problema iniciais podem ser feitas de várias formas, com diversos recursos educacionais e de multimídia. O próximo passo é apresentar o conhecimento que se queira que o aluno aprenda, respeitando a diferenciação progressiva. Em continuidade, deve-se retomar os aspectos estruturantes do conteúdo, porém em um nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação. Pode-se propor novas situações-problemas, destacando semelhanças e diferenças em relação aos exemplos já trabalhados, desta forma promovendo a reconciliação integradora.

A avaliação da aprendizagem da UEPS deve ser feita ao longo da sua aplicação, registrando evidências da aprendizagem significativa. A avaliação deverá ser baseada na avaliação formativa (através de atividades realizadas em grupos) e na somativa (individual). Para avaliar a própria UEPS, deve-se levar em conta a aprendizagem do aluno progressivamente durante o processo instrucional, por esta razão é dada a ênfase nas evidências e não em comportamentos finais.

Os trabalhos que objetivaram aplicar UEPS no contexto da sala de aula, com seus respectivos resultados, podem ser encontrados na literatura. Brum & Silva (2015) apresentam os resultados de uma aplicação de uma UEPS para o ensino de probabilidade com uma turma de Ensino Médio de uma escola da rede pública. Os autores utilizaram como instrumentos de coleta de dados observações, registros, questionários, entrevista e atividades. Foram realizadas pelos alunos leitura e discussão de textos, além da construção de mapas conceituais e de um jogo de azar para exposição no pátio da escola. Segundo os autores, o resultado da aplicação da UEPS apresentou indícios de aprendizagem significativa. Muitos estudantes conseguiram estabelecer os novos conceitos com seus conhecimentos prévios, principalmente quando apresentavam suas concepções durante a construção de jogos de azar para a exposição sobre o tema probabilidade.

Ferreira *et al.* (2014) relatam uma proposta de inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental para introduzir conceitos de Física Clássica por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas planejadas, aplicadas e avaliadas. O objetivo do trabalho foi procurar evidências de evolução conceitual acerca dos temas Relatividade e Radioatividade. As atividades desenvolvidas durante as UEPS, foram: vídeos e exibição de um filme como organizador prévio, debates, experimentos, textos produzidos pelos alunos e uma visita de campo. Para avaliar a aprendizagem dos alunos, os autores propuseram um debate entre posições opostas de um tema, aplicação do jogo bingo e uma simulação de telejornal. Os resultados indicaram que não houve predisposição em aprender sobre o tema Relatividade e os alunos consideraram os conceitos abstratos. Já em relação ao tema Radioatividade, a turma demonstrou predisposição em aprender e

de acordo com os autores, os estudantes conseguiram relacionar o tema com o seu cotidiano.

Calheiro & Garcia (2015) relatam uma proposta de inserção de tópicos de Física de Partículas integradas ao conceito de carga elétrica por meio de uma UEPS. Tal pesquisa apresenta resultados por meio de análise de mapas conceituais elaborados através da UEPS, que possuem uma sequência didática integrando os tópicos de carga elétrica, modelos atômicos, partículas elementares, quantização e processos de eletrização. O objetivo é estimular o interesse sobre temas referentes à Física Moderna e Contemporânea aos alunos do terceiro ano do Ensino Médio. As atividades buscaram promover a aprendizagem significativa e a construção do conhecimento em sala de aula, pois os conteúdos apresentados são considerados complexos, o que torna sua inclusão um desafio para o professor. A pesquisa mostrou resultados satisfatórios na aprendizagem dos alunos.

No trabalho de Hilger & Griebeler (2013), é apresentada uma proposta de UEPS utilizando mapas conceituais em quatro turmas de terceira série do Ensino Médio. A UEPS aborda conceitos relacionados à Física Quântica (quantização, incerteza, estado e superposição de estado). Fazem parte da análise do trabalho mapas mentais e mapas conceituais elaborados em duplas, bem como a comparação entre eles. Ainda são apresentados alguns comentários de estudantes sobre seu desenvolvimento na compreensão dos conceitos abordados no trabalho. A proposta forneceu alguns resultados preliminares que mostraram indícios de uma aprendizagem significativa dos estudantes.

Esses trabalhos indicam que, para proporcionar a aprendizagem significativa dos conceitos físicos e de natureza da ciência, é necessário adotar uma estratégia metodológica, na qual seja possível construir uma aprendizagem significativa. A estratégia metodológica utilizada para o projeto *Frota Estelar de Araranguá* foi a elaboração e aplicação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. Outras metodologias também podem ser utilizadas ao se referenciar a Teoria da Aprendizagem Significativa, como por exemplo, o Diagrama Vê e mapas conceituais (Moreira, 2006). A elaboração das UEPS foi baseada neste recorte de revisão bibliográfica, considerando as atividades propostas pelos autores. As UEPS foram aplicadas e avaliadas, sendo necessário fazer alterações de acordo com os resultados alcançados.

4 Contexto do Projeto

4.1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Câmpus Araranguá

O Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) é uma instituição pública federal vinculada ao Ministério da Educação (MEC) por meio da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC). Tem sede e foro em Florianópolis, capital do estado. O IFSC tem a missão de promover a inclusão e formar cidadãos, por meio da educação profissional, científica e tecnológica, gerando, difundindo e aplicando conhecimento e inovação, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico e cultural.

O câmpus Araranguá oferece cursos técnicos concomitantes, subsequentes e integrados ao Ensino Médio. Também oferece cursos de graduação, sendo um deles o de Licenciatura em Física.

Dentro do curso de Licenciatura, um clube foi criado com o objetivo de formar divulgadores científicos durante a graduação. O clube é intitulado *Clube de Astronomia de Araranguá (CA²)* e foi fundado em 2011. Suas atividades são fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A finalidade do clube é desenvolver e realizar ações de divulgação científica, tanto

nos espaços formais como não formais de ensino, durante a educação formal ou por meio de ações de extensão, sempre tendo a Astronomia como tema gerador destas atividades (Damasio *et al.*, 2013).

As atividades do clube são planejadas e executadas pelos alunos licenciandos. Os alunos procuram criar um ambiente que conte com as duas condições preconizadas por Ausubel para que a aprendizagem significativa ocorra: predisposição em aprender e material potencialmente significativo. Algumas das ações realizadas são: produção de vídeos, programas de rádio, palestras, observações noturnas, confecção e exposição de pôsteres, ensino de Física para crianças, formação continuada de professores em atividades e ensino de Física regular utilizando a Astronomia como tema gerador.

O projeto *Frota Estelar de Araranguá* está vinculado ao *Clube de Astronomia de Araranguá*, com a finalidade de divulgar temas científicos, principalmente relacionados à Astronomia e à Física. Também são divulgados temas de História e Filosofia da Ciência por meio de debates e discussões em escolas de educação básica.

4.2 Escolas de Educação Básica

O projeto teve sua parte empírica desenvolvida em quatro escolas. Algumas delas estão situadas em bairros urbanos e na periferia do município de Araranguá. Todas oferecem os anos iniciais e finais do Ensino Fundamental, e duas delas oferecem também os três anos do Ensino Médio.

O projeto *Frota Estelar de Araranguá* é voltado para a realização de atividades nas escolas de educação básica. Quando o projeto foi criado, os proponentes não atuavam diretamente nessas escolas. Primeiro, elaborou-se todo o material planejado para o Ensino Médio. Posteriormente, entrou-se em contato com as escolas para que se aplicasse o projeto. Foram planejadas as datas para o início, o agendamento das salas de aula que seriam ocupadas, e, em algumas escolas que não disponibilizavam os equipamentos, foi necessário o uso de equipamentos do IFSC. Além disso, foram realizadas as inscrições dos alunos interessados em participar. A ideia dos professores de algumas escolas era convidar alunos de 9º ano do Ensino Fundamental, o que causou grande impacto, pois a maioria das inscrições era de alunos deste ano. Logo, o material didático desenvolvido sofreu alterações para concernir ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes de 9º ano, que passou a ser o principal público alvo.

5 Metodologia

A metodologia da pesquisa consiste em seis etapas: (i) planejamento e elaboração do material potencialmente significativo; (ii) apresentação e discussão de episódios de *Jornada nas Estrelas*; (iii) discussão de conceitos de ciência e sobre natureza da ciência por meio de aulas expositivas dialogadas; (iv) exploração de textos escritos especialmente para o projeto que abordam natureza da ciência e conceitos científicos; (v) construção e exploração de uma página educativa na rede mundial de computadores para reunir materiais potencialmente significativos para alunos e professores; e (vi) avaliação do projeto.

Os episódios de *Jornada nas Estrelas* foram escolhidos com base no número de vezes em que aparecem conceitos científicos e de natureza da ciência, seja nas falas dos personagens, seja nos

fenômenos naturais apresentados na história, seja nos elementos fictícios baseados em invenções ou teorias científicas. Além disso, foram escolhidos episódios que têm a potencialidade de prender a atenção, tanto pelo entretenimento, quanto pela ação.

Antes de realizar os encontros, foi realizada a divulgação em cada escola para convidar as turmas a participar, em que cada aluno fazia sua inscrição. A participação era opcional e as atividades ocorriam fora do horário das aulas. A forma de comunicação foi uma pequena apresentação com duração de 15 minutos, para mostrar os temas envolvidos em cada encontro. Esses eram semanais com a duração de duas horas. O convite foi realizado com turmas de 8º e 9º anos do Ensino Fundamental e os três anos do Ensino Médio.

As escolas estão identificadas por escola 1, escola 2, escola 3 e escola 4. Na escola 1, cerca de 30 alunos fizeram a inscrição, mas no primeiro encontro compareceram 15. Ao longo dos encontros, o público foi diminuindo até atingir 9 alunos no último encontro. Na escola 2, participaram cerca de 22 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. A escola 3 começou com 14 alunos participantes e terminou com 4. Na escola 4, 18 alunos compareceram ao primeiro encontro e terminou com 3 alunos no último encontro.

(i) Planejamento e elaboração do material potencialmente significativo

De acordo com os episódios escolhidos para abordar conceitos científicos e de natureza da ciência, foram planejados e elaborados materiais potencialmente significativos que seguem os onze princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Para cada tema escolhido por encontro, foram elaborados dois textos: um sobre natureza da ciência e outro sobre o conteúdo científico. No total, foram elaborados nove textos para servir como material de apoio para o desenvolvimento das aulas. Com base no conteúdo dos textos, foram também elaboradas apresentações em *slides* para cada tema. Os *slides* são apresentados em forma expositiva dialogada para proporcionar debates e questões acerca dos temas.

Para cada encontro foi construída uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para orientar as atividades, totalizando 6 UEPS. Cada uma delas abrange um tema e é utilizada sequencialmente após a outra. As atividades consistem na organização de materiais de baixo custo para os alunos desenvolverem os experimentos de acordo com os roteiros experimentais. Cada roteiro é constituído por questões abertas para os alunos responderem de acordo com suas concepções prévias e depois serem discutidas em grande grupo. Foi elaborada também uma atividade avaliativa, baseada na técnica do bingo, para avaliar a evolução conceitual acerca dos conteúdos científicos e de natureza da ciência discutidos em todos os encontros. A descrição da técnica encontra-se na própria UEPS aplicada para este fim.

As UEPS, os textos e demais materiais encontram-se em uma página educativa na rede mundial de computadores construída para divulgar as atividades do projeto. A página é discutida adiante, no item (v).

(ii) Apresentação e discussão de episódios de Jornada nas Estrelas

A presença de elementos contrafactuais é fundamental para caracterizar uma obra como ficção científica. O contrafactual é um elemento fora do comum, que causa estranheza e descontextualização com o mundo cotidiano, e é o que caracteriza a ficção científica (Piassi, 2007).

Os elementos contrafactuais são subdivididos em categorias: objetos e suas propriedades, instituições e suas respectivas leis, seres e seus poderes, ambientes e seus fenômenos.

Para esse estudo, foram destacados os seguintes elementos contrafactuais de *Jornada nas Estrelas – A Série Clássica*:

- **Objetos e propriedades:** (a) uniformes da Frota Estelar: azul para ciência e medicina, vermelho para engenharia e comunicações, dourado para comando e navegação; (b) motor de dobra: permite atingir a velocidade de dobra que é caracterizada por ser uma velocidade superior à velocidade da luz; (c) combustível de antimatéria: antimatéria (rara no Universo) é misturada com matéria para impulsionar a nave *Enterprise*; (d) teletransporte: um meio de transportar pessoas na velocidade da luz, transformando-as em energia instantaneamente;
- **Instituições e leis:** (a) Federação Unida de Planetas: possui a Primeira Diretriz que proíbe qualquer membro da Frota Estelar de interferir com o desenvolvimento natural da vida e cultura de uma civilização alienígena. Possui também o Tratado de Paz Romulano em que foi fixada uma fronteira caracterizada por “Zona Neutra” entre os espaços da Federação e do Império Romulano; (b) Frota Estelar: é parte da Federação, é responsável pela construção das naves estelares e pela Academia que forma oficiais para as viagens interestelares;
- **Seres animados e poderes:** (a) Spock: metade vulcano e metade humano, possui poderes de telepatia e extrema força Física;
- **Ambientes e fenômenos:** (a) Planeta Terra: ambientado no século 23 e no século 20 (viagem no tempo); (b) nave espacial *Enterprise*: nave capaz de abrigar 400 tripulantes, encontra-se em uma missão de cinco anos no espaço sideral.

A primeira etapa realizada foi apresentar o que é o universo de *Jornada nas Estrelas* como organizador prévio e para despertar a predisposição em aprender. Tal apresentação foi feita por meio de aula expositiva dialogada, mostrando as características de cada personagem e quais suas funções na nave espacial *Enterprise*. Com esta introdução à série foi explicado o porquê de ela ser escolhida como foco deste estudo, enfatizando a relação histórico-social com a ciência. Além disso, foi exposto por que foi escolhido o personagem Spock para ser estudado, pois é mostrado como um cientista estereotipado e que ficou muito famoso na cultura popular.

Na sequência, foi exibido o episódio *Problemas aos Pingos* (décimo quinto da segunda temporada) como uma forma de introdução à série, que envolve ação e humor para chamar a atenção dos alunos. Após assistir ao episódio, foram levantadas algumas questões aos alunos sobre o que eles identificavam de científico no vídeo. Em seguida, foram citados os conceitos que seriam abordados nas próximas atividades, tais como velocidade da luz, ano-luz, história da luz e da Teoria da Relatividade, o cientista na mídia (citando exemplos como Albert Einstein e Stephen Hawking comparando com o personagem Spock), espaços curvos, buracos negros, vida e morte das estrelas, matéria, antimatéria, as forças fundamentais da natureza e a influência das tecnologias de *Jornada nas Estrelas* nas pesquisas dos cientistas.

(iii) Discussão de conceitos de ciência e sobre natureza da ciência por meio de aulas expositivas dialogadas

Foram escolhidos quatro episódios para discutir conceitos *de* e *sobre* ciência, com a dinâmica de um episódio por encontro. A abordagem foi feita com auxílio de projetor de *slides* e,

nas aulas expositivas dialogadas, os fenômenos que foram apresentados representaram aspectos teóricos e especulações da cultura popular. Também a discussão da natureza da ciência à luz de uma epistemologia moderna, que procura se afastar da visão empírico-indutivista e de anacronismos historiográficos como whigguismo¹ e história da ciência linear e acumulativa. Procurou-se discutir a relação do empreendimento científico com a racionalidade e a lógica. Os episódios são:

- “O Senhor de Gothos”: foi feito um debate sobre a história da Teoria da Relatividade com concepções de natureza da ciência, como, por exemplo, o cientista Spock e a relação com os cientistas da vida real, conceitos de espaço-tempo, força gravitacional e eclipses. Foi possível discutir a relação entre tempo e distância, o conceito de ano-luz, a velocidade da luz, a história e natureza da luz, espectro eletromagnético, reflexão e refração;
- “Amanhã é Ontem”: foram discutidos espaços curvos e buracos negros, destacando as contribuições dos estudos de Einstein sobre a Teoria da Relatividade Geral. Para a discussão de buracos negros foram introduzidas duas forças fundamentais da natureza: a força gravitacional e a eletromagnética. O debate sobre os conceitos de história da ciência envolvidos são a visão imprecisa de um cientista que é visto como racional e lógico, utilizando o exemplo de Stephen Hawking e seus erros assumidos por ele próprio cometidos em relação às hipóteses sobre os buracos negros. A ideia de que tudo em ciência é provisório e novas teorias em relação aos buracos negros estão sendo desenvolvidas;
- “Tempo de Nudez”: discussão sobre o que possibilita à nave atingir velocidades superiores à da luz (velocidades de dobra), ou seja, o combustível do par matéria/antimatéria juntamente com a natureza atômica da matéria. É também abordado o fato de a antimatéria ser alvo de pesquisas, principalmente no CERN (Centro Europeu de Pesquisas Nucleares), exemplos em que o CERN aparece na mídia, como no livro *Anjos e Demônios* de Dan Brown e no filme que recebe o mesmo nome. Sobre natureza da ciência, foi feito um debate sobre as possibilidades da tecnologia de *Jornada nas Estrelas* virar realidade com base nas limitações da Física atual, resgatando alguns conceitos de natureza da ciência abordados nos encontros anteriores como a história da Teoria da Relatividade e a concepção de cientista na mídia.
- “Reflexo no Espelho”: nesse episódio, a discussão sobre conceitos científicos envolveu o teletransporte e sua popularidade na cultura, utilizando conceitos como os quatro tipos de forças fundamentais na natureza, velocidade da luz e natureza atômica da matéria. Sobre natureza da ciência foi feito um debate sobre as possibilidades da tecnologia de *Jornada nas Estrelas* virar realidade com base nas limitações da Física atual. Resgatando-se alguns conceitos de natureza da ciência abordados nos encontros anteriores como a história da Teoria da Relatividade e a concepção de cientista na mídia.

(iv) Exploração de textos escritos especialmente para o projeto que abordam natureza da ciência e conceitos científicos

Para a discussão dos conceitos foram escritos textos sobre os conteúdos científicos e sobre natureza da ciência que aparecem na série e são apresentados no conteúdo das exposições dialogadas. Os textos estão disponíveis na rede mundial de computadores. Esta etapa está conectada com a terceira e quinta etapa do projeto, pois a exploração dos textos foi utilizada como recurso

¹ Por whigguismo entende-se como sendo uma interpretação de fatos históricos com a finalidade de sobrevalorizar a contribuição de um único personagem (indivíduo ou instituição) na ciência (Forato *et al.*, 2011).

para as aulas expositivas dialogadas e para publicação na página do projeto.

Um texto aborda especificamente os conceitos científicos discutidos nas aulas expositivas, e o outro aborda aspectos de natureza da ciência que permeiam cada episódio. Tal opção é para proporcionar um ensino *de e sobre* ciência.

Para o primeiro encontro, foi criado um texto sobre a Teoria da Relatividade e outro texto sobre como ela foi construída e a visão de Albert Einstein na mídia. Para o segundo encontro, foi elaborado um texto sobre velocidade da luz e ano-luz e outro sobre as teorias sobre a natureza da luz. Para o terceiro encontro, foi criado um texto sobre buracos negros e vida e morte das estrelas, e outro sobre as pesquisas em buracos negros, a contribuição de Stephen Hawking e pesquisas atuais, destacando a questão de que uma teoria científica não é estática e pode ser substituída. Para o quarto encontro, foi escrito um texto que aborda a matéria e a antimatéria, e outro texto sobre a contribuição do CERN nas pesquisas em Física de partículas, incluindo a antimatéria, o conceito de antimatéria presente no livro *Anjos e Demônios* de Dan Brown; e sobre a influência da tecnologia de Jornada nas Estrelas nas pesquisas dos cientistas.

(v) Construção e exploração de uma página educativa na rede mundial de computadores para reunir materiais potencialmente significativos para alunos e professores

A etapa cinco desenvolvida foi a construção de uma página educativa (Figura 1) com fins de divulgar o trabalho proposto pelo projeto. A página aglutina todos os elementos desenvolvidos nas quatro primeiras etapas e ainda serve como divulgação das atividades.



Figura 1 - Página na rede mundial de computadores do projeto *Frota Estelar de Araranguá*. Endereço: <<http://ifsc-ararangua.wix.com/frotaestelar>>.

Os elementos desta ferramenta são as postagens sobre os textos que abordam ciência e história da ciência, as atividades experimentais e as UEPS. A página foi divulgada aos alunos e

professores das escolas em que o projeto foi desenvolvido, para que eles possam ter acesso ao material. A página também pode ser utilizada por pessoas que não tenham contato com o projeto e que estejam interessadas em aplicá-lo.

(vi) Avaliação do projeto

A avaliação ocorreu em duas etapas: pelos proponentes do projeto por meio de registros das atividades em diários de bordo e pelos alunos por meio de grupos focais. As técnicas de avaliação foram mudadas ao longo do projeto. Inicialmente, não se pretendia utilizar um instrumento sistemático de avaliação como o grupo focal. No entanto, houve necessidade de evoluir a forma de avaliação do projeto e usar uma técnica para isto nas escolas, que consiste em uma avaliação formativa com aporte teórico adequado.

O grupo focal, como técnica de pesquisa, é um grupo de discussão informal e de tamanho reduzido, com o propósito de obter informações de caráter qualitativo em profundidade (Gomes & Barbosa, 1999). A técnica permite ao pesquisador não só examinar as diferentes análises das pessoas em relação a um tema, mas também proporciona explorar como os fatos são articulados, confrontados e alterados por meio da interação de um grupo. O moderador do grupo focal levanta assuntos identificados num roteiro de discussão, no qual estão identificados os principais tópicos a serem abordados.

A realização do grupo focal foi gravada em áudio e depois transcrita. O grupo focal foi realizado somente nas escolas 3 e 4, separadamente, no último encontro das atividades. Participaram 4 alunos na escola 3, identificados pelas letras B, E, F, G e 3 alunos na escola 4 identificados pelas letras H, I, J. As questões levantadas durante a realização do grupo focal foram as seguintes:

Eixo 1 - Em relação a predisposição em aprender os assuntos envolvidos

São questões que procuram identificar se o material apresentado como organizador prévio foi eficiente ou não, ou seja, se ele realmente provocou a predisposição em aprender, se aumentou ou não a expectativa em relação à Física.

- 1 - Para vocês, como eram os conteúdos de Física e ciências antes da experiência?
- 2 - Porque vocês optaram em participar das atividades da *Frota Estelar de Araranguá*?
- 3 - Quando vocês assistiram o primeiro episódio de *Jornada nas Estrelas*, houve uma mudança em sua percepção sobre a Física? Em quê?
- 4 - Ao assistir o primeiro episódio, vocês conseguiram relacionar alguma cena ou fala com a Física que vocês tem contato na escola?

Eixo 2 - Quanto ao material ser potencialmente significativo

Objetiva identificar se o conhecimento prévio é suficiente para ancorar o novo conhecimento.

- 1 - Como foi o seu entendimento em relação aos temas abordados durante os encontros? Vocês conseguiram relacionar os temas com o que já sabiam, ou ficaram muito abstratos? Por quê?
- 2 - Quanto aos episódios de *Jornada nas Estrelas* vocês conseguiram relacionar com os conceitos

abordados?

3 - Os experimentos realizados ajudaram na compreensão dos temas apresentados?

4 - Vocês mudariam alguma coisa na *Frota Estelar de Araranguá*? O que?

Eixo 3 - Sobre a evolução conceitual dos conteúdos científicos e de natureza da ciência

Objetiva avaliar como se deu a aprendizagem sobre os temas envolvidos.

1 - Como os planetas giram em torno do Sol?

2 - O que um buraco negro era antes de virar buraco negro?

3 - Se a luz é uma onda, como ela pode se propagar no espaço se lá não existe meio material para empurrá-la?

4 - Einstein construiu a Teoria da Relatividade sozinho?

5 - Para desenvolver uma teoria inicia-se com a observação do fenômeno?

6 - Como acontece o desenvolvimento da ciência, ela é acumulativa ao longo dos tempos? A ciência está sempre correta, é imune de erros?

Eixo 4 - Sobre a evolução conceitual crítica

Objetiva avaliar a criticidade em relação a outro tema que não tenha sido apresentado nos encontros, para identificar se os alunos conseguem relacionar o que aprenderam com situações novas.

“Um dia Newton estava sentado sob uma macieira em um jardim. Ele viu uma **maçã** caindo de uma árvore. Veio à sua mente um pensamento de que devia haver alguma razão para a maçã cair no chão e não ir para cima. Assim ele chegou à conclusão de que existe uma força exercida pela TERRA que puxa (atrai) todos os objetos para baixo em sua direção. Depois ele deu a essa força o nome de força da gravidade” (Martins, 2006, p. 168).

1 - Vocês acreditam que houve realmente o episódio da maçã? A Teoria da Gravitação Universal surgiu no mesmo dia?

2 - Será que ninguém antes de Newton havia se perguntado por qual motivo as coisas caem em vez de subir?

3 - Vocês acham que Newton desenvolveu a Teoria da Gravitação Universal sozinho?

4 - Newton estudou TUDO sobre gravitação ou será que ele não esqueceu algo?

6 Discussão

6.1 Discussão Geral

Para a análise dos resultados, foram produzidos diários de bordo para cada encontro, em cada escola. Na escola 1, os alunos foram receptivos e participativos em relação ao universo de *Jornada na Estrelas*. Não hesitaram em responder as questões direcionadas a eles e contribuíram positivamente para o projeto, relatando que o fato de a série ser clássica e abordar Física a torna interessante e não era o que os alunos esperavam, pois eles pensavam que seria “chato”. Os resultados serviram de experiência e incentivo para continuar o projeto em outras escolas.

De acordo com os dados nos diários de bordo, os alunos demonstraram compreensão dos

conceitos de ciência e natureza da ciência a partir dos experimentos e simulações realizadas e também pelas discussões com o auxílio de *slides*. Muitos dos assuntos abordados nos encontros os alunos haviam estudado pouco ou nada na escola. Dessa forma, a aprendizagem ficou evidenciada, pelas ações dos alunos, o êxito nas participações em todas as atividades, visto que apresentavam curiosidade pelos temas envolvidos e também pelos temas dos próximos encontros. O que mais despertou a atenção dos alunos foi buracos negros, pois o encontro em que esse tema foi abordado foi o que mais teve participação e despertou mais curiosidade. Também haviam conceitos equivocados de natureza da ciência presentes nas falas dos alunos e foi possível desconstruir alguns deles ao longo do processo.

A aplicação do bingo ocorreu de forma satisfatória, uma vez que os alunos interagiram e participaram; esse foi outro ponto positivo para continuar a aplicação desta atividade. Tal jogo era muito parecido com bingo tradicional, mas este era remodelado: ao invés de números, há respostas de vinte perguntas relacionadas a todos os encontros anteriores. Os professores da escola comentaram que a linguagem utilizada estava acessível aos anos finais do Ensino Fundamental, não apenas ao Ensino Médio, indício evidenciado pela participação dos alunos do 8º e 9º anos que compareceram a todos os encontros e participaram efetivamente. Outro indicativo foi em relação às respostas aos questionamentos sobre os conceitos científicos e de natureza da ciência, em que ocorreram evidências de evolução conceitual nestas duas áreas.

Na escola 2, os pontos negativos foram que o projeto foi realizado no horário de aula e a maioria dos alunos não apresentou predisposição em aprender. Outra questão é que o encontro realizado não foi o primeiro que introduziu o universo de *Jornada na Estrelas*, e sim foi um específico que envolveu o tema gravitação. Um episódio de *Jornada nas Estrelas* foi exibido, mas como não houve a introdução sobre o que é a série, e os alunos não conseguiram entender o enredo do episódio. Com esses resultados obtidos, percebeu-se que o projeto deve ser aplicado desde o início e sequencialmente, ou seja, não apenas um encontro ou alguns encontros que envolvam alguns temas específicos, mas o projeto como um todo.

Algumas mudanças foram realizadas, a fim de melhorar o projeto e refinar os resultados. Como as atividades foram desenvolvidas durante a noite na escola 1, o experimento da decomposição da luz foi alterado para as próximas escolas, cuja aplicação foi durante o dia. O experimento da decomposição da luz foi realizado com prisma e na escola 1 com vela e DVD. Foi também adicionado mais um experimento, sobre o eletroscópio, para ilustrar o conceito de força elétrica.

Na escola 3, o projeto foi aplicado com a inserção de um instrumento de avaliação mais sistemático. De todas as escolas em que o projeto foi aplicado até o momento, sentiu-se falta de um instrumento mais refinado de avaliação. Os métodos até então utilizados trouxeram resultados interessantes, mas ainda não foram suficientes. Desta forma, a técnica do grupo focal foi adotada para avaliar o projeto.

Um dos temas que mais chamou a atenção dos alunos foi sobre a evolução de estrelas massivas que, posteriormente, seriam fortes candidatas a buracos negros. Algo interessante foi em relação à natureza da ciência, quando foi questionado aos estudantes, ao longo dos encontros, como uma teoria poderia surgir, se é através da imaginação, da criatividade, de ideias ou através de observações e experimentos. As opiniões se divergiram, o aluno A falou: “*Não, primeiro Einstein imaginou para criar sua teoria e depois foi comprovada com o experimento*” e o aluno B respondeu: “*Mendel observou as ervilhas para depois criar a teoria da genética*”. Imediatamente foi questionado aos alunos “Como foi criada a teoria de Darwin? Será que ele observou todas as espécies antes de propor a teoria?” O aluno C respondeu: “*Não ele não observou porque nem tinha*

como, ele imaginou". Esta discussão contribuiu para a desconstrução da perspectiva empírico-indutivista bastante difundida, inclusive nos livros didáticos.

Ao longo de cada encontro, buscou-se abordar conceitos de natureza da ciência com o intuito de desconstruir a racionalidade do cientista nas concepções apresentadas pelos alunos, que estavam fortemente embasadas no empirismo. Foi indagado à turma por que quando algo é dito científico nos parece mais confiável e o aluno D comentou que "*é mais confiável porque passou por vários testes até ser comprovado*".

Em relação à UEPS do teletransporte, foi mencionada a equação $E = mc^2$ que significa que matéria e energia são equivalentes. Entretanto, tais termos ficaram abstratos para os alunos, eles não conseguiram imaginar como a matéria pode ser equivalente à energia. Dessa forma, não foi possível encontrar um material potencialmente significativo que permitisse proporcionar a consolidação. Apesar disso, alguns pontos positivos identificados foram que alguns conceitos científicos e de informática estão relacionados com o conhecimento prévio dos estudantes e, por esse motivo, a UEPS sobre teletransporte continuou a ser aplicada, com algumas modificações.

A partir da realização do primeiro grupo focal (na escola 3), foi possível perceber que algumas atividades precisaram ser reavaliadas. Foram incluídos mais experimentos para ajudar na compreensão de conceitos de óptica e força elétrica. Também foi realizado mais um encontro para abordar especificamente a natureza da luz, da dualidade onda-partícula.

Em outra escola, tentou-se aplicar o projeto mas a instituição não ofereceu apoio. Os professores de Física não se responsabilizaram por mobilizar os alunos a participar das atividades; logo, os proponentes do projeto fizeram esta tarefa. Ainda assim, muitos alunos não se comprometeram em participar das atividades que ocorriam na própria escola, por falta de contato com os alunos e por falta de incentivo dos professores. A partir dos resultados obtidos com esta escola, percebeu-se que é fundamental a participação do professor de ciências ou Física para incentivar seus alunos a participarem de projetos como este, pois os temas abordados envolvem Física Moderna e Astronomia, que geralmente não é estudada na Educação Básica e os alunos terminam a escola sem, na maioria das vezes, ter um contato com estas áreas.

Na escola 4, as turmas envolvidas só puderam participar durante as férias. Os alunos que se inscreveram para participar se deslocaram até o câmpus do IFSC, onde ocorreram as atividades. Os resultados alcançados foram positivos e negativos. Os negativos foram que o público foi diminuindo até o último encontro, pois não participou nenhum professor da escola, o que resultou em pouco incentivo para os alunos.

Os resultados positivos foram que, durante todas as atividades experimentais, a turma foi participativa; foi possível despertar a curiosidade e o interesse por parte dos alunos através de perguntas, atividades, vídeos e uma visita ao Laboratório de Didática do IFSC, que contém painéis sobre Astronomia (evolução estelar, tamanhos das estrelas e big bang). Como os experimentos serviram como organizador prévio, um roteiro aberto foi distribuído sempre no começo da atividade experimental com algumas questões a serem respondidas após a execução. As respostas foram apresentadas de forma clara, os alunos sabiam o que estavam acontecendo nos experimentos, apenas não conseguiram identificar alguns fenômenos físicos que ocorriam (em relação aos experimentos de óptica).

As UEPS disponíveis na página da *internet* foram o resultado de todos os melhoramentos possíveis realizados nas ações do projeto.

6.2 Discussão dos Resultados dos Grupos Focais

O grupo focal foi dirigido por duas pessoas: uma mediadora e uma observadora. Este método de avaliação foi realizado em duas escolas (escola 3 e escola 4). Quando a mediadora explicou para a turma a dinâmica do grupo focal, os alunos ficaram um pouco desconfortáveis, pois não tinham ideia de como agir. Essa reação é normal para a faixa etária desses estudantes, pois não é de seu cotidiano realizar um debate no qual irá expor suas opiniões. No começo da discussão, quando foram direcionadas as primeiras questões, o grupo de estudantes estava tímido para respondê-las e discuti-las entre si. O grupo conseguia responder apenas de forma direta; uns concordavam com os outros, sem muita divergência de opiniões. Apenas um dos grupos focais conseguiu render uma discussão inicial maior, com mais exposição de opiniões e discussões.

Na escola 3, quando a mediadora questionou sobre como eram os conteúdos de Física e ciências antes da experiência com o projeto, todos os alunos se manifestaram. A maior parte indicou que o projeto ajudou a trazer coisas novas que eles não viram na escola, enfatizando que os experimentos didáticos foram mais produtivos e que a escola prioriza o livro didático e a teoria. Nas palavras do aluno B: *“a gente grudava canetas na parede da sala de aula”*, em relação à resposta, o aluno justificou que juntamente com seus colegas que participaram do projeto, grudaram canetas na parede da sala de aula nas aulas de ciências por causa de alguns experimentos de eletricidade realizados nos encontros. Dessa forma, pôde-se perceber o impacto do projeto nas atitudes dos alunos nas aulas de ciências da escola.

A próxima questão procurou saber o motivo que trouxe os alunos a participar dos encontros semanais. Muitos responderam que o projeto chamou a atenção pela abordagem de ficção científica e do espaço, além de outros temas de Astronomia. Outros se interessavam porque já gostavam de Astronomia. Uma turma que participou do grupo focal era de 9º ano; por esse motivo não tinham estudado Física formal ainda, somente em ciências. Por esta razão, o aluno E justificou que, ao participar do projeto, eles estarão mais preparados para quando tiverem aula de Física, ao afirmar que *“a gente vai começar a perceber o que é a Física. A gente vai ficar mais preparada para quando começar ter aula mesmo”*.

Em relação ao primeiro episódio exibido de *Jornada nas Estrelas*, procurou-se saber se houve uma mudança na percepção dos alunos sobre a Física ou Ciências. Todos afirmaram que sim, porque pensavam que nos encontros teriam equações e exercícios de Física para resolver, mas perceberam que esta disciplina não tem só o lado teórico, mas o lado prático também, e que ela não é tão difícil de entender como imaginavam. O comentário do aluno B evidencia esse fato: *“eu acho que esse projeto serviu pra incentivar a gente a gostar de Física, porque eu tinha um conceito bem diferente do que era Física. Agora a gente sabe que Física pode ser bem divertida”*. Algumas considerações dos alunos acabaram mostrando indícios de uma predisposição em aprender. Um fato importante é que se percebeu que todos mudaram sua concepção do ensino de Física, pois o projeto pôde incentivá-los a aprender mais.

Ainda sobre o primeiro episódio, a mediadora procurou descobrir se os grupos conseguiram relacionar as cenas com a Física/ciências com que eles têm contato na escola. Os alunos tiveram dificuldades em relacionar a série com a Física em si, justificando que o fato de não ter estudado sobre espaço e naves espaciais na escola não lhes ajudou a relacionar com a série. Os alunos E e F conseguiram relacionar alguns aspectos do episódio com o seu conhecimento prévio, como o fato de os pingos se reproduzirem assexuadamente e a comparação da nave *Enterprise* com um navio. Questionou-se também sobre outros episódios que eles lembravam para relacionar com a Física.

Nas palavras do aluno G: *“a gente nem chegou a ver essas coisas na escola”*. Os alunos afirmaram que os conteúdos abordados no projeto não são estudados, e que só viram no projeto *Frota Estelar de Araranguá*. Desta forma, o projeto pode ter contribuído para uma visão ampliada dos conteúdos de astronomia e Física com que os alunos não tinham contato na escola.

Em relação aos temas abordados durante os encontros, todos concordaram que foi de fácil entendimento. Cada aluno comentava do que aprendeu durante os encontros, cada um citando e explicando um tema, e também elogiaram, porque gostaram de aprender. Nesta questão, os grupos não hesitaram em discutir entre si e trocar ideias, todos compartilharam o conhecimento. O que um não lembrava de um aspecto de determinada teoria, o outro lembrava e assim foi se desenvolvendo uma discussão agradável entre os participantes. Os alunos também relataram que comentavam sobre o projeto com seus professores e familiares. Em relação à conexão entre os temas abordados com os episódios de *Jornadas nas Estrelas*, todos concordaram que foi possível compreender a Física nos episódios, citando a Teoria da Relatividade Geral, os buracos negros e a viagem no tempo.

Durante os encontros, os alunos realizaram alguns experimentos. Sobre o ensino-aprendizagem dos experimentos, todos afirmaram que foi de fácil compreensão e execução. Eis algumas falas dos alunos: *“a do espaço-tempo”* (aluno B); *“aquele do atrito também [balão na parede], gostei bastante porque se fosse só com palavras eu não ia entender nada”* (aluno E); *“a lembrei do outro também, o que a gente fez o arco-íris, o prisma”* (aluno B); *“a do prisma, da luz que reflete, e meio que atrasa, que refrata”* (aluno F); *“eu gostei mais o do balão”* (aluno G).

A fim de avaliar os pontos positivos e negativos do projeto, procurou-se saber a opinião dos alunos, de modo que esclarecessem o que precisava melhorar e mudar para as próximas aplicações. Muitos alunos gostariam que tivessem mais encontros para assistir mais episódios da série e estudar mais temas. Outros entraram em consenso de que deveriam continuar com os experimentos. Dos temas que os alunos citaram que poderiam incorporar o projeto foram: a teoria do Big Bang, Via Láctea e os planetas do Sistema Solar.

Na escola 4, os encontros ficaram para o último mês de aula (em dezembro); por esse motivo, cada encontro tinha uma duração maior (quase 3 horas). Assim, foi questionado se os encontros ficaram cansativos e todos afirmaram que não, que estava bom e que poderiam ter mais encontros com a mesma duração.

Na pergunta seguinte, a mediadora procurou saber sobre a evolução conceitual de conteúdos científicos e de natureza da ciência, em que uma das questões buscava saber como os planetas giram em torno do Sol. Nas palavras do aluno H: *“por causa da Teoria da Relatividade, o espaço é curvo e daí os planetas giram em torno”*. Na mesma questão, buscou-se identificar as concepções prévias dos alunos de como imaginavam que os planetas giravam. Novamente o aluno H se expressou, afirmando que: *“eu achei que era reto e os planetas iam girando em volta”*. Tal fato mostra que o aluno tinha essa concepção por terem visto imagens do espaço-tempo no formato plano em alguns livros didáticos.

Questionou-se se os alunos sabiam o que era um buraco negro antes de se tornar um. O aluno I respondeu que: *“uma estrela, que evoluiu”*. Na mesma pergunta, procurou-se identificar se, antes da experiência com o projeto, os alunos sabiam o que era um buraco negro, e a maioria dos alunos não fazia ideia que este evolui de uma estrela muito massiva. O aluno J destacou: *“eu achava que nascia um buraco negro, e morria um buraco negro”*. Nessas respostas, evidencia-se a evolução conceitual, pois o projeto contribuiu de forma positiva para a compreensão destes temas.

A questão abordada a seguir foi em relação à natureza da luz, de por que a luz não é só

matéria, mas pode ser onda também. Os alunos tiveram dificuldade em responder, quando o aluno J afirmou que: *“porque nada pode chegar e nem ultrapassar a velocidade da luz”*. Percebeu-se que houve pouca evolução conceitual nesta parte da óptica, a qual necessitou melhorar a explicação sobre a natureza da luz, acrescentando mais experimentos para melhorar-lhes a compreensão.

Na próxima questão, a mediadora procurou questionar aos alunos se o Einstein construiu sozinho a Teoria da Relatividade. Imediatamente todos os alunos não hesitaram em responder que Einstein teve ajuda de sua esposa e outros cientistas. Ainda na mesma pergunta, buscou-se saber por que Einstein não construiu sozinho. Os alunos afirmaram que é porque Einstein tinha dificuldades em matemática e, além disso, ninguém nunca pode fazer nada sozinho, pois, direta ou indiretamente, sempre se tem ajuda de outras pessoas. Nesta questão, os alunos lembraram que a Teoria da Relatividade não foi desenvolvida por um único protagonista, mas teve as contribuições de Lorentz e Poincaré, por exemplo. A concepção prévia dos alunos era de que Einstein havia construído a Teoria da Relatividade sozinho. Dessa forma, houve indícios de evolução conceitual em relação a esse tema.

Na próxima questão, buscou-se saber se uma teoria inicia-se com a observação do fenômeno. A maioria dos alunos respondeu que não necessariamente, e na afirmação do aluno H: *“nem sempre, a de Einstein ele só pode observar depois de bastante tempo da teoria”*. Tal indício evidencia a evolução conceitual, pois antes os alunos tinham uma concepção empirista de que uma teoria começa com a observação do fenômeno, e os resultados mostram que essa visão foi desconstruída. Depois dessa experiência, os grupos construíram a concepção de que uma teoria também pode começar pela imaginação e, posteriormente, surge o experimento.

A pergunta que se seguiu procurou saber como acontece o desenvolvimento da ciência, se ela é acumulativa ao longo dos tempos e se a ciência está sempre correta, imune de erros. A maioria dos alunos respondeu que acredita que a ciência vai acumulando pensamentos, ideias, teorias, experimentos e experiências, acreditando que se não existisse a teoria de Newton, Einstein não conseguiria refutá-lo e, dessa maneira, uma teoria vai perdendo validade para ser substituída por outra, e assim o conhecimento é acumulado. Percebeu-se que houve uma certa confusão na questão de a ciência ser acumulativa, pois os alunos expressaram suas opiniões de modo que o conhecimento científico vá se acumulando; mas, posteriormente, também afirmaram que as teorias vão se desenvolvendo e, com o tempo, vão sendo substituídas. Em relação à questão de que a ciência está sempre correta e é imune de erros, o aluno I expressou-se afirmando que: *“eu acho que como somos humanos cometemos erros, então não tem como ser exata, todo mundo comete erros, até a ciência”*. Dessa maneira ficou claro que todos os alunos convergem a mesma concepção de que a ciência pode conter erros.

A próxima questão procurou identificar se os estudantes sabem o que é gravitação. Essa pergunta foi feita para descobrir o impacto das teorias de Newton e de Einstein na concepção sobre ciência dos alunos. Foi necessário, para que os alunos expressassem suas opiniões sobre as teorias, se qual delas seria a mais adequada para explicar a gravitação.

No último tema discutido, a mediadora buscou identificar a evolução crítica dos alunos. Ela leu uma história sobre o episódio da maçã relacionada com a Teoria da Gravitação Universal de Isaac Newton, questionando-os se acreditavam no episódio da maçã e se a teoria surgiu no mesmo dia. Todos os alunos afirmaram que não acreditavam no episódio e que muito menos a teoria tenha surgido no mesmo dia. Acreditavam sim, que, em algum momento, a teoria aconteceu. E para indagar os alunos, a mediadora questionou se ninguém antes de Newton havia se perguntado por qual motivo as coisas caem em vez de subir. Grande parte respondeu que sim, sem muitos comentários. Na seguinte pergunta, buscava-se saber se a turma acreditava que Newton

desenvolveu a Teoria da Gravitação Universal sozinho. Logo o aluno J manifestou-se: “ninguém desenvolve nada sozinho, não sei quem, mas alguém deve ter ajudado ele”. Logo todos os outros alunos concordaram. Para finalizar as questões, a mediadora perguntou se Newton estudou tudo sobre gravitação ou se ele pode ter esquecido algo. A maioria da turma respondeu que não, pois acreditam que ninguém estuda tudo, as pessoas vão aprendendo com o tempo e sempre surgem mais coisas para estudar.

Esses dados mostram que as perguntas foram respondidas com convicção, evidenciando a aprendizagem significativa crítica em relação à natureza da ciência, de que ela não é formada por gênios isolados que estudam sozinhos ao longo da sua carreira científica, pois, de acordo com os alunos, os cientistas são pessoas que também cometem erros e que precisam da ajuda de outras pessoas para desenvolver seus estudos.

Com tais resultados, é possível concluir que houve indícios de aprendizagem significativa crítica, principalmente em relação ao princípio da interação social, pois teve-se o compartilhamento entre professor e alunos por meio de questionamentos acerca dos temas. Também em relação ao princípio do aprendiz como preceptor/representador, os resultados indicaram que cada aluno se expressava de uma forma diferente em relação aos temas abordados no projeto, explicando-os uns para os outros da forma como os compreendiam, considerando o seu conhecimento prévio. Em relação aos recursos utilizados durante o projeto, os alunos apontaram nos grupos focais que isso os ajudou na aprendizagem dos conteúdos, o que enfatiza a importância do princípio da não centralidade do livro-texto.

Durante os encontros, os alunos tiveram cada vez mais espaço para discutir suas opiniões, sentiam-se mais seguros para fazer questionamentos e participar das atividades, deixando de lado o medo de errar, pois puderam perceber que a aprendizagem pelo erro é necessária para que o conhecimento possa evoluir. O princípio do abandono da narrativa foi respeitado, para que os alunos fossem cada vez mais atuantes no seu processo de aprendizagem, sendo esse fato evidenciado pela participação efetiva dos estudantes nas atividades propostas e também pela capacidade de reflexão e decisão em relação às estratégias adotadas.

7 Considerações Finais

O projeto *Frota Estelar de Araranguá* atua como um clube. Ocorrem exposições dialogadas, aulas e atividades para proporcionar a divulgação científica na região de Araranguá por meio de uma série de televisão que faz parte da cultura popular. Sendo assim, o projeto implantado nas escolas da rede pública da região procura tanto promover a evolução conceitual de ciência, como de natureza da ciência. Esta estratégia procura contribuir com a formação de cidadãos capazes de entender ciência e natureza da ciência de acordo com a moderna filosofia da ciência e das exigências de um cidadão contemporâneo, ao desfazer mitos, tais como de que a ciência é: uma entidade única, racional, ahistórica, metodológica, com crescimento linear e acumulativo, com regras fixas e rígidas e um empreendimento isolado de outras tradições.

Tal debate se alinha com a questão levantada por Postman & Weingartner (1969) que se refere à série de conceitos fora de foco que a escola se ocupa de ensinar, tais como o de verdade absoluta, fixa e imutável, o de certeza, o de entidade isolada, o de casualidade simples, única e mecânica e de que o conhecimento é transmitido. Nos anos 2000, Marco Antônio Moreira, ao propor a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, foi inspirado pelas ideias desenvolvidas por Neil Postman & Charles Weingartner, em seu livro *Teaching as a subversive activity* (1969) e em

algumas reflexões de Postman, em livros como *Technopoly* (1993) e *The End of Education* (1996). De acordo com estes autores, é difícil imaginar um tipo de educação menos confiável para preparar os alunos para um futuro em transformação que aquela que promove os conceitos fora de foco. Deste tipo de abordagem resultariam pessoas passivas, aquiescentes, dogmáticas, intolerantes, autoritárias, inflexíveis e conservadoras.

Acredita-se, desta forma, que o projeto possa contribuir para uma educação científica *sobre, de e pela* ciência. Isto poderia fomentar um ambiente em que possa ser construída uma aprendizagem significativa crítica, que é a perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. Por essa perspectiva, o aluno pode fazer parte de seus costumes e, no entanto, não ser subjugado por seus ritos, mitos e ideologias (Moreira, 2005). É mediante essa aprendizagem que o aluno poderá lidar construtivamente com a mudança, sem se deixar ser dominado por ela, manejando a informação sem se sentir impotente perante sua grande disponibilidade e velocidade. Também ajudará a usufruir e desenvolver a tecnologia sem se tornar tecnófilo (Moreira, 2005).

Um dos resultados positivos alcançados com o projeto *Frota Estelar de Araranguá* foi a inserção da ficção científica como forma de motivar os estudantes para a aprendizagem dos conteúdos de ciências, como apontaram os resultados dos grupos focais em relação à predisposição em aprender. Além disso, a ficção científica auxiliou os estudantes no processo de aprendizagem dos conceitos e fenômenos científicos, também despertou o interesse desde o início da aplicação das atividades.

As perspectivas futuras são de continuar a levar o material didático desenvolvido para as escolas de Educação Básica e incentivar outros grupos a desenvolver o projeto em outros locais. Os resultados obtidos mostraram o potencial da *Frota Estelar de Araranguá* para contribuir para o ensino de ciências e Física. Desta forma, contribuiu para a formação inicial, acadêmica e contribuirá no exercício da docência de forma efetiva. O objetivo é levar a ideia para outros projetos que envolvam pesquisa em natureza da ciência e ficção científica no ensino de ciências e Física, além de promover cursos de formação inicial e continuada, oficinas e minicursos que contribuem para a formação epistemológica dos professores em exercício e em formação. A necessidade de uma formação histórico-epistemológica ao docente se justifica por procurar evitar visões deformadas do conhecimento científico. Também é fundamental um aporte teórico e metodológico para inserir História e Filosofia da Ciência no ensino de ciências, pois há falta de material pedagógico no Brasil adequado para este fim, conforme indica a revisão bibliográfica descrita neste trabalho.

Referências

Anjos, M. M. O. & Justi, R. (2015). Favorecendo a Discussão de Alguns Aspectos de Natureza da Ciência no Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, 37(1), 4-10.

Arthury, L. H. M. (2010). *A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos*. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina). Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92475/275527.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Brum, W. P. & Silva, S. C. R. (2015). A Utilização de uma UEPS no Ensino de Matemática: Uma Investigação Durante a Apresentação do Tema Probabilidade. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 5(1), 15-32.

Calheiro, L. B. & Garcia, I. K. (2014). Proposta de Inserção de Tópicos de Física de Partículas Integradas ao Conceito de Carga Elétrica por Meio de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. *Investigações em Ensino de Ciências*, 19(1), 177-192.

Chalmers, A. F. (1993). *O que ciência afinal?* Brasília: Editora brasiliense.

Cordeiro, M. D. & Peduzzi, L. O. Q. (2010). As conferências Nobel de Marie e Pierre Curie: a gênese da radioatividade no ensino. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 27(3), 473-514.

Damasio, F. & Peduzzi, L. O. Q. (2015). A Coerência e a Complementariedade entre a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e a Epistemologia de Paul Feyerabend. *Investigações em Ensino de Ciências*, 20(3), 61-83.

Damasio, F.; Allain, O. & Rodrigues, A. A. (2013). Clube de Astronomia de Araranguá: a formação de professores de ciências como divulgadores científicos. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, (14), 65-77.

Drummond, J. M. H. F.; Nicácio, J. D. S.; Skeete Jr., A. W.; Silva, M. M.; Câmara, A. T. A. & Bezerra, F. V. (2015). Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 32(1), 99-141.

Faria, C.; Freire, S.; Galvão, C.; Reis, P. & Figueiredo, O. (2014). “Como Trabalham Os Cientistas?” Potencialidades de Uma Atividade de Escrita Para a Discussão Acerca da Natureza da Ciência nas Aulas de Ciências. *Ciênc. Educ.*, 20(1), 1-22.

Ferreira, E. G. B.; Damasio, F. & Antunes, A. A. (2014). Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental Articulada com Conceitos de Física Clássica Por Meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 4(1), 29-40.

Forato, T. C. M.; Pietrocola, M. & Martins, R. A. (2011). Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 27-59.

Francisco Jr., W. E.; Andrade, D. R. & Mesquita, N. A. S. (2015). Visões de cientistas e atividade científica na obra Ponto de Impacto de Dan Brown: possibilidades de inserção de elementos de História e Filosofia das Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(1), 76-98.

Gatti, S. R. T.; Nardi, R. & Silva, D. (2010). História da Ciência no Ensino de Física: Um Estudo Sobre o Ensino de Atração Gravitacional Desenvolvido Com Futuros Professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, 15(1), 7-59.

Gil Pérez, D.; Montoro, I. F.; Alís, J. C.; Cachapuz, A. & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153.

Gomes, M. E. S. & Barbosa E. F. (1999). A técnica de grupos focais para obtenção de dados qualitativos. *Instituto de Pesquisa e Inovações Tecnológicas*. Acesso em 22 ago., 2015, <http://www.educativa.org.br>.

- Gomes-Maluf, M. C. & Souza, A. R. (2008). A Ficção Científica e o Ensino De Ciências: O Imaginário como Formador do Real e do Racional. *Ciência & Educação*, 14(2), 271-282.
- Hilger, T. R. & Griebeler, A. (2013). Uma Proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativo Utilizando Mapas Conceituais. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(1), 199-213.
- Köhnlein, J. F. K. & Peduzzi, L. O. Q. (2005). Uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 22(1), 36-70.
- Köhnlein, J. F. K. & Peduzzi, L. O. Q. (2002). *Sobre a concepção empirista-indutivista no ensino de ciências*. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física – SP, Águas de Lindóia: 2002. Atas...
- Martins, R. A. (2006). A maçã de Newton: história, lendas e tolices. In: Silva, C. C. *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Martins, A. F. P. (2007). História e Filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 24(1), 112-131.
- Matthews, M. R. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214.
- Medina, M. & Braga, M. (2010). O teatro como ferramenta de aprendizagem da Física e de problematização da natureza da ciência. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 27(2), 313-333.
- Moreira, M. A. & Ostermann, F. (1993). Sobre o ensino do método científico. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, 10(2), 108-117.
- Moreira, M. A. (1999). *Aprendizagem Significativa*. Brasília: Editora UnB.
- Moreira, M. A. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa na área. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(1), 7-29.
- Moreira, M. A. (2002). *O que é afinal aprendizagem significativa?* Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT.
- Moreira, M. A. (2004). Pesquisa básica em educação em Ciências: uma visão pessoal. *Revista Chilena de Educación Científica*, 3(1), 10-17.
- Moreira, M. A. (2005). *Aprendizagem Significativa Crítica*. Porto Alegre: Ed. do autor.
- Moreira, M. A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora UnB.
- Moreira, M. A. (2008). Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, 7(2), 23-30.

- Moreira, M. A. (2010). *Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente*. In: II Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente – RJ, Niterói: 2010. Atas...
- Moreira, M. A. (2011). Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 1(2), 43-63.
- Piassi, L. P. C. (2007). *Contatos: a ficção científica no ensino de ciências em um contexto sócio cultural*. (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo). Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-10122007-110755/en.php>.
- Piassi, L. P. C. (2015). A ficção científica como elemento de problematização na educação em ciências. *Ciência & Educação*, 21(3), 783-798.
- Piassi, L. P. (2013). A Ficção Científica e o Estranhamento Cognitivo no Ensino de Ciências: Estudos Críticos e Propostas de Sala de Aula. *Ciência & Educação*, 19(1), 151-168.
- Postmann, N. & Weingartner, C. (1969). *Teaching as a subversive activity*. New York: Dell Publishig Co.
- Regner, A. C. K. P. (1996). Feyerabend e o pluralismo metodológico. *Cad. Cat. Ens. Fis.*, 13(3), 231-247.
- Santos, M. E. N. V. M. (1999). *Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências*. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Valinhos: 1999. Atas...
- Silva, B. V. C. & Martins, A. F. P. (2010). A natureza da luz e o ensino da óptica: uma experiência didática envolvendo o uso da história e da filosofia da ciência no ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, 5(2), 71-91.
- Silva, H. R. A. & Moraes, A. G. (2015). O estudo da espectroscopia no ensino médio através de uma abordagem histórico-filosófica: possibilidade de interseção entre as disciplinas de Química e Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(2), 378-406.
- Silveira, A. F.; Ataíde, A. R. P.; Silva, A. P. B. & Freire, M. L. F. (2010). Natureza da ciência numa sequência didática: Aristóteles, Galileu e o movimento relativo. *Experiências em Ensino de Ciências*, 5(1), 57-66.
- Silveira, F. L. & Ostermann, F. (2002). A insustentabilidade da proposta indutivista de “descobrir a lei a partir de resultados experimentais”. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 19(n. especial), 7-27.
- Siqueira-Batista, R.; Siqueira-Batista, R. & Schramm, F. R. (2005). A ciência, a verdade e o real: variações sobre o anarquismo epistemológico de Paul Feyerabend. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 22(2), 240-262.
- Terra, P. S. (2002). O ensino de ciências e o professor anarquista epistemológico. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 19(2), 208-218.

Vital, A. & Guerra, A. (2014). A natureza da ciência no ensino de Física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(2), 225-257.