

BIG BANG BRASIL: UMA PEÇA TEATRAL COM ABORDAGEM HISTÓRICO - FILOSÓFICA PARA O ENSINO DE COSMOLOGIA

Alexandre Bagdonas Henrique¹, Pedro D. Colombo Júnior²

¹Universidade de São Paulo/Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, alebagdonas@gmail.com

²Universidade de São Paulo/Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, pedro.colombo@usp.br

Resumo

Neste trabalho apresentamos a peça intitulada “Big Bang Brasil”, que consiste em texto lúdico sobre a história da cosmologia no século XX, desde a criação da relatividade geral por volta de 1917 até as descobertas do satélite COBE na década de 1990. Esta peça foi inspirada por um *reality show*, em que um apresentador de um programa de TV dialoga com personagens da história da cosmologia: Einstein, Friedmann, Lemaître, Gamow, Hoyle, Penzias e Smoot. Em meio às controvérsias, surge a disputa entre a teoria do Big Bang, segundo a qual o universo teve um começo, defendida por George Gamow, e a teoria do Estado Estacionário, segundo a qual o universo sempre existiu, defendida por Fred Hoyle. O texto foi adaptado de um blog na internet e foi utilizado como estratégia didática para ensinar cosmologia em dois contextos diferentes: curso de formação inicial de professores de ciências e uma disciplina de pós-graduação em ensino de ciências. Textos teatrais, particularmente os com abordagens das ciências, podem constituir-se em uma fonte riquíssima para se trabalhar conteúdos instrucionais em sala de aula. Pode-se abordar, por exemplo, a física de uma maneira mais humanizada e não formulista, em um contraste com as atuais práticas de ensino praticadas em todos os níveis de instrução. Nas duas ocasiões de apresentação a peça se mostrou um bom recurso para abordar a história da ciência em sala de aula, uma vez que prendeu a atenção dos alunos, criou um clima descontraído motivando e encorajando a sua participação e, enfim criou um ambiente propício para a socialização e construção coletiva do conhecimento. Em pesquisas futuras, pretendemos avaliar até que ponto os alunos aprendem conceitos de cosmologia e aspectos da história da ciência com esta estratégia. Assim, poderemos avaliar alguns limites e possibilidades dessa proposta na educação básica.

Palavras - chave: Cosmologia, Teatro, História e Filosofia da Ciência.

Introdução

Neste trabalho apresentamos uma peça teatral criada com uma abordagem histórico-filosófica, relatando experiências de sua aplicação em dois momentos distintos: em uma disciplina voltada para alunos de pós-graduação em ensino de física (futuros formadores) e um curso para alunos de licenciatura em ciências exatas / física (futuros professores da Educação Básica), ambos da Universidade de São Paulo. A peça intitulada “Big Bang Brasil” trata de forma lúdica algumas controvérsias ocorridas na história da cosmologia e nos permitiu associar o teatro como forma de humanizar o ensino de física.

Assim, este trabalho apresenta dois vieses que caminham juntos: o ensino de física por meio das artes, particularmente o teatro e a discussão sobre história da

cosmologia a partir da peça teatral “Big Bang Brasil”. Dessa forma, pretendemos buscar uma maior humanização do ambiente da sala de aula, de forma que, como propuseram Oliveira e Zanetic (2004), educandos e educadores sintam-se capazes e responsáveis pela construção solidária do conhecimento

Num primeiro momento relatamos algumas experiências envolvendo a encenação da peça na formação de professores, analisando os limites e possibilidades dessa atividade. Na continuidade desta pesquisa esperamos adaptar estas propostas para a educação básica. Esperamos que as atividades que desenvolvemos possam servir de estímulo para que novas atividades sejam criadas também por outros professores de ciências, aproveitando tanto algumas das discussões apresentadas como partes das atividades que realizamos. Assim, seria possível adaptar algumas delas a novos contextos, levando em conta os objetivos de aprendizagem desejados e os interesses dos alunos.

A presença da história e filosofia da ciência na educação básica

Há uma longa tradição de autores que defendem a presença da HFC nas salas de aula dos diversos níveis de ensino, como Zanetic (1989), Matthews (1994), Silva (2006), entre outros. Apesar da quase unanimidade acerca da importância da HFC para uma educação científica de qualidade, há vários problemas que permeiam a sua presença efetiva nas salas de aula. Alguns dos obstáculos à presença efetiva da HFC em sala de aula são problemas que afetam a educação de modo geral, independente da inovação a que se propõe ou da metodologia utilizada. Dentre estes obstáculos destacam-se: baixos salários dos professores; alunos desmotivados devido, por exemplo, a fatores sociais, os quais afetam seu desempenho escolar; precariedade na infra-estrutura das escolas, particularmente, nas escolas públicas; salas de aula inadequadas e com número excessivo de alunos; obrigatoriedade em se cumprir currículos apertados e que tiram a autonomia do professor (Martins, A. 2007, Forato 2009).

Neste contexto, quando se enfatiza excessivamente a importância desses problemas, é comum que isso ocorra a partir de uma perspectiva passiva e improdutiva. São poucos os professores e pesquisadores que reconhecem suas próprias limitações e sua parcela de responsabilidade no desafio de realizar atividades inovadoras no ensino de ciências. Höttecke e Silva (2011) apresentaram quatro principais obstáculos enfrentados para se introduzir a HFC nas aulas de física: 1) A cultura do ensino de física, que difere das culturas do ensino de outras disciplinas 2) Habilidades, atitudes e crenças dos professores de Física sobre o ensino de física e epistemologia; 3) O quadro institucional do ensino de ciências, especialmente no desenvolvimento de currículos 4) A falta de conteúdos adequados de HFC em livros didáticos adequados.

Segundo estes autores, a cultura do ensino de física tradicional, evita a negociação dos conteúdos, normalmente considerados com uma coleção de fatos prontos. Isso contrasta fortemente com a cultura necessária para um ensino efetivo da HFC, que mostra a física como um processo historicamente desenvolvido, influenciado pelo contexto sócio-histórico em que estão presentes investigações empíricas, discursos e a negociação entre cientistas, resultando em um conhecimento que muda com o passar do tempo e deve continuar mudando no futuro.

No ensino de física tradicional é comum que se apresente a ciência como a única forma correta de entender a natureza. São apresentados fatos de maneira objetiva, sem que se mostre a influência humana sobre a criação das teorias. Há muito tempo, pesquisadores da área de ensino de ciências estão buscando mostrar uma visão mais humana da ciência, mostrando que “Física também é Cultura” (Zanetic 1989).

Já na década de 1960 a dicotomia entre a “cultura científica” e a “cultura humanista” foi lamentada pelo romancista britânico Charles P. Snow em uma influente palestra, em Cambridge, em 1959, posteriormente publicada em forma de livro: “*As duas culturas e a revolução científica*” (Snow 1995). Essa obra teve bastante repercussão, gerando uma polêmica ainda importante em nossa época. Snow teceu críticas às imagens distorcidas que “intelectuais humanistas” e “cientistas” fariam uns dos outros. Enquanto os primeiros muitas vezes até se vangloriam de saber pouco e não ter interesse por ciências, os últimos além de saber pouco sobre artes e literatura, não teriam interesse em refletir nem mesmo sobre as dimensões questões éticas e humanas relacionadas à ciência. Nesta proposta, buscamos humanizar o ensino de física a partir de uma abordagem histórico-filosófica da cosmologia, utilizando o teatro como estratégia de ensino.

O teatro no ensino de física

O teatro, de forma longínqua, sempre esteve associado ao ensino. Nos primórdios do descobrimento do Brasil as peças teatrais eram escritas pelos jesuítas com intenções didáticas, procurando sempre encontrar meios de traduzir a crença cristã para a cultura indígena. Em uma interessante reflexão sobre o uso do teatro no ensino de história, Batista (2010) pergunta: se o teatro já foi anteriormente usado tanto pelos romanos quanto pelos jesuítas como estratégia didática, porque não continuamos a fazê-lo hoje em dia? A dramatização é colocada por Anastasiou (2007) como uma das estratégias de ensinagem:

É uma representação teatral, a partir de um foco, problema, tema etc. [...] pode conter explicitação de idéias, conceitos, argumentos e ser também um jeito particular de estudo de casos, já que a teatralização de um problema ou situação perante estudantes equivale a apresentar-lhes um caso de relações humanas (Anastasiou 2007, p. 96).

A dramatização voltada ao ensino envolve várias operações de pensamento, como: interpretação, crítica, busca de suposições e imaginação. Assim, pode ser entendida como uma estratégia que tem várias finalidades: possibilitar que estudantes se coloquem imaginariamente em um papel que não seja o seu próprio; desenvolve a criatividade, a desinibição, a inventividade e a liberdade de expressão; pode abordar conteúdos de modo interativo e participativo, entre outros (Anastasiou 2007). Enfim, textos teatrais são importantes ferramentas que a educação dispõe, uma vez que estes permitem ao aluno uma enorme “gama” de aprendizados, por meio de ações de socialização, criatividade, vocabulário, etc.

Já no século XX, Albert Einstein defendeu que “a arte mais importante do mestre, é provocar a alegria da ação criadora e do conhecimento” (Einstein *apud* Oliveira e Zanetic 2004, p.3). Aspectos técnicos da aprendizagem científica sempre foram necessários, mas não suficientes para fornecer uma visão razoável do complexo sistema representado por qualquer ramo do conhecimento, em especial da cosmologia. Neste sentido concordamos com Nory e Zanetic (2005), quando

afirmam que a física e o teatro, áreas aparentemente tão distintas, podem ser aproximadas em sala de aula com o intuito de promover o processo de ensino aprendizagem e também conexões entre diversas áreas do saber.

A física também é cultura. A física também tem seu romance intrincado e misterioso. Isto não significa a substituição da física escolar “formulista” por uma física “romanceada”. O que desejo é fornecer substância cultural para esses cálculos, para que essas fórmulas ganhem realidade científica e que se compreenda a interligação da física com a vida intelectual e social em geral (Zanetic 1989).

Este trabalho inspira-se na relação entre ensino de física (cosmologia) e arte (dramaturgia). Neste sentido aborda a plataforma ciência e sociedade, enunciada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais. Os PCN+ sugerem que nas aulas de física se busque novas e diferentes formas do saber da física, desde a escrita até a linguagem corporal e artística (Brasil 2002, p.84).

Textos teatrais, particularmente os com abordagens das ciências, podem constituir-se em uma fonte riquíssima para se trabalhar conteúdos instrucionais em sala de aula. Pode-se abordar, por exemplo, a física de uma maneira mais humanizada e não formulista, em um contraste com as atuais práticas de ensino praticadas em todos os níveis de instrução. O ensino de física dominante nas escolas de todos os níveis ainda é algo totalmente distante de todas as propostas inovadoras produzidas pela área de pesquisa em ensino de física, bem como das recomendações que constam dos PCN. Assim, torna-se quase que totalmente desacoplado da realidade, e na maioria das vezes não abordar a construção histórica dos conceitos (Nory e Zanetic 2005).

A física como construção humana inspira-se na realidade, assim tem na imaginação seu papel preponderante. Acreditamos ser necessário ampliar as possibilidades para explorar o conteúdo da física, seja por meio da inserção de HFC no ensino, teatro com *veia científica*, literatura de cordel, ou abordagens investigativas. Tal ampliação visa fomentar discussões sobre aspectos da ciência, mesmo com aqueles alunos que, através da abordagem tradicional, sentem-se afastados dela. A atividade teatral no ensino de física permite não só uma nova abordagem para aprender conteúdos, mas também “ao trabalhar a sensibilidade, a percepção, a intuição, as emoções, pode permitir ao aluno fazer relações entre conteúdos, relações entre ciência e questões sociais, como também proporcionar a coragem para se arriscar, descobrir e enunciar a sua crítica, expor sua forma diferente de pensar” (Oliveira e Zanetic 2004, p.3).

Hoje grande parte dos alunos não se interessa pela física, tradicionalmente estuda, pelo fato de não conseguirem compreendê-la ou associá-la à vida cotidiana ou a fatos históricos. Concordamos com Pietrocola (2006) quando defende que a física como conhecimento só poderá ser integrada ao patrimônio intelectual dos indivíduos caso possa ser percebida em relação ao mundo que nos cerca. O uso da representação teatral vem de encontro a esta problemática ao permitir ao estudante assimilar melhor o que ocorre no período em que a peça se encontra, além de elementos conceituais que estão sendo trabalhados. De certa forma isto é uma maneira de fazer o aluno se integrar social e culturalmente (Batista 2010).

Inúmeras pesquisas sobre o ensino de física no ensino médio vêm sendo abordadas e divulgadas em revista da área de ensino de ciências e matemática. No entanto, no nível superior (em especial nos cursos de licenciaturas), pouco tem se discutido e efetivamente feito para mudar a forma tradicional do ensino nas áreas

científicas. Basicamente, a forma empregada restringe-se a aulas expositivas com inúmeras formulas e conceitos a serem memorizadas, poucas discussões e avaliações finais. A realidade evidenciada pelas reprovações e desistências no início dos cursos tem mostrado que esta forma de abordagem não tem alcançado muito sucesso no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes.

É neste sentido, refletindo e contribuindo para um ensino científico mais humanizado, que propomos e acreditamos no trabalho com peças teatrais tanto na formação de professores quanto na educação básica. O trabalho com recursos teatrais voltado ao ensino de ciências favorece o processo de ensino aprendizagem, uma vez que trabalha diversas formas de expressão, comunicação e tradução de conteúdos instrucionais de forma poética e estética. Assim valoriza a tarefas em equipe e compromisso, o desenvolvimento da imaginação e criatividade, estudo para a construção de personagem (muitas vezes históricos) além de questões comuns do cotidiano que fazem parte da nossa concepção do mundo.

A seguir, em um primeiro momento, buscamos relatar e discutir uma experiência vivenciada por nós em atividades de ensino de cosmologia envolvendo a peça teatral “Big Bang Brasil” em dois momentos distintos da formação de professores. Em um segundo momento, ainda em fase de elaboração/adaptação, aplicaremos e analisaremos os resultados desta peça em escolas de nível secundário.

Neste contexto, é importante destacar que no presente texto não temos a pretensão de apresentar análises de resultados com a rigidez metodológica que uma pesquisa empírica de validação de atividades de ensino exige. Nosso objetivo, neste primeiro momento, é relatar a experiência de um trabalho resultante da parceria arte e ensino de cosmologia em cursos de formação, buscando limites e possibilidades dessa aplicação inicial como forma de contribuir para a continuidade desta pesquisa.

O teatro no ensino de cosmologia

Ainda que a cosmologia contemporânea tenha se tornado muito técnica, de forma que só um reduzido número de especialistas seja capaz de entender matematicamente a grande maioria das teorias cosmológicas do século XX, os resultados mais básicos podem ser ensinados de maneira qualitativa ou através de analogias. Nos PCN+ o estudo do cosmo é apontado como um assunto indispensável, por permitir ao jovem: “refletir sobre sua presença e seu “lugar” na história do universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive (Brasil 2002, p. 32).

Trabalhar o ensino de cosmologia no ensino médio pode fomentar e possibilitar a inserção da física moderna e contemporânea no currículo de física, desta forma contribuir para uma questão urgente: a inovação curricular no ensino de física. João Zanetic, já na década de 1990, defendia a necessidade de “ensinar a física do século XX antes que ele se acabe”. Entramos na segunda década do século XXI e pouco mudou nos currículos e abordagem da física nas salas de aula do ensino médio. Pinto e Zanetic (1999) explicitam que:

É preciso transformar o ensino de Física tradicionalmente oferecido por nossas escolas em um ensino que contemple o desenvolvimento da Física Moderna, não como uma mera curiosidade, mas como uma Física que

surge para explicar fenômenos que a Física Clássica não explica, constituindo uma nova visão de mundo. Uma Física que hoje é responsável pelo atendimento de novas necessidades que surgem a cada dia, tornando-se cada vez mais básicas para o homem contemporâneo, um conjunto de conhecimentos que extrapola os limites da ciência e da tecnologia, influenciando outras formas do saber humano (Pinto e Zanetic 1999, p. 7).

A peça Big Bang Brasil trata da cosmologia do século XX, desde a criação da relatividade geral por volta de 1917 até as descobertas do satélite COBE na década de 1990.

Big Bang Brasil - uma peça teatral sobre história da cosmologia

Encontramos o texto Big Bang Brasil em um blog na internet¹ e logo percebemos que o mesmo poderia ser usado como excelente estratégia didática para trabalhar a história da cosmologia do século XX. O texto, inspirado por um *reality show*, trata de uma conversa entre um apresentador de um programa de TV e seus participantes: Einstein, Friedmann, Lemaître, Gamow, Hoyle, Penzias e Smoot. Em meio as controvérsias, surge a disputa entre a teoria do Big Bang, segundo a qual o universo teve um começo, defendida por George Gamow, e a teoria do Estado Estacionário, segundo a qual o universo sempre existiu, defendida por Fred Hoyle.

Motivados e inspirados na dramaturgia e nos estudos sobre a história da cosmologia e física quântica, aprimoramos alguns detalhes do debate e tivemos uma primeira experiência de apresentação da peça na disciplina “Os Fundamentos da Física e a Física Contemporânea como Conteúdos Instrucionais”, ministrada pelo Prof. Dr. Luis Carlos de Menezes, no primeiro semestre de 2009, dentro do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo (USP), *campus* São Paulo. Nesta disciplina os alunos eram divididos em pequenos grupos, sendo cada grupo responsável por apresentar dois seminários sobre temas da Física Contemporânea, promovendo discussões e atividades para os demais alunos. Segundo Menezes:

Para promover a autonomia, não bastam materiais didáticos e um professor protagonista. É preciso propor à classe atividades coletivas mais estruturadas do que as aulas expositivas, pois todos devem estar motivados e conscientes do sentido delas [...] Além de se perguntar “de que forma a atividade em grupo melhora o ensino da minha disciplina?”, é necessário formular outra: “De que forma minha disciplina pode promover nos grupos a aprendizagem cooperativa?” (Menezes 2009).

Nesta disciplina, nós apresentamos um seminário sobre história da cosmologia, baseado na leitura de artigos sobre ensino de cosmologia (como Kragh 1996, Henrique e Silva 2009) e ao final, convidamos alguns alunos para nos ajudar a realizar a dramatização (amadora) da peça Big Bang Brasil. Apesar do caráter amador e dos improvisos de algumas falas, notamos que os alunos se motivaram com a apresentação e ficaram interessados em aprender mais sobre a história da cosmologia e o contexto em que se deu o debate (Big Bang X Estado Estacionário). Esta constatação nos encorajou a apresentar a peça em outras ocasiões.

¹ NOGUEIRA, S. **Ceticismo, Ciência & Tecnologia**, 2007, publicado por André. Disponível em: <<http://ceticismo.wordpress.com/2007/10/24/big-bang-brasil/>>. Acesso em: 25 Maio 2011.

A segunda experiência de apresentação ocorreu durante uma pesquisa de mestrado de um dos autores deste trabalho (Henrique 2011) que teve como objetivo contribuir para a inserção da história e filosofia da ciência (HFC) nas aulas de física, a partir de episódios da história da cosmologia. A dramatização ocorreu durante a disciplina História da Ciência, como parte de uma seqüência didática sobre história da cosmologia. Havia 21 alunos cursando a disciplina, sendo que a maior parte estava no 4º ano do curso de Licenciatura em Ciências Exatas, na USP, *campus* São Carlos. Nem todos participaram de todas as atividades, de forma que o número de participantes em cada aula variou entre 13 e 20.

A encenação da peça Big Bang Brasil aconteceu após os alunos terem estudado sobre história da cosmologia, numa dinâmica inspirada na proposta da disciplina do Prof. Dr. Luis Carlos de Menezes, mencionada acima. Com base em um estudo histórico previamente realizado, criamos um texto lido pelos alunos antes das aulas. Trata-se de uma breve introdução à história da cosmologia, que discute os seguintes tópicos: 1) “O que é cosmologia?” e alguns sentidos possíveis atribuídos ao termo *universo*; 2) O processo de construção dos modelos de universo estático e em expansão, com uma breve explicação sobre teorias cosmológicas anteriores ao século XX; 3) A apresentação de duas teorias rivais envolvidas na controvérsia cosmológica das décadas de 1950 a 1970: a teoria do Big Bang e a teoria do Estado Estacionário. 4) O desfecho da controvérsia e a consolidação do Big Bang como teoria hegemônica. Nessa atividade os alunos foram divididos em grupos, que organizam a discussão em cada aula a partir do texto base, que deveria ser lido por todos os presentes. Cada grupo ficou responsável por apresentar um seminário sobre cada um dos temas abaixo, que foram abordados em um texto fornecido sobre história da cosmologia: A) Universo Estático, B) Universo em expansão, C) Big Bang e D) Estado Estacionário.

Além de preparar o seminário, cada grupo propôs questões para a classe, que foram respondidas pelos alunos em casa, sendo entregues na aula seguinte. Antes da apresentação dos seminários, no início da aula, alguns alunos voluntários apresentaram a peça Big Bang Brasil para toda a turma, sendo que cada aluno interpretou as falas de apenas um dos personagens. A apresentação da peça foi dividida em duas partes, visto que na segunda parte ocorre o desfecho da controvérsia.

Resultados e considerações finais

Nas duas encenações da peça Big Bang Brasil que realizamos, devido ao contexto e a dinâmica das aulas, não coletamos dados por meio de gravação em áudio e vídeo ou entrevistas semi-estruturadas, em contrapartida realizamos observações (atitudes e gestos) e anotações e comentários dos alunos (entre os pares e com a sala) sobre a encenação da peça. Como o teatro no ensino de física não era objeto de estudo da dissertação de Henrique (2011), em uma das apresentações, a peça serviu como motivação para os licenciandos em seus estudos sobre história da cosmologia. Os dados coletados encontram-se em fase de análise, no entanto já é possível explicitar algumas conclusões preliminares a que chegamos. Apresentamos ainda uma análise crítica de alguns pontos da peça, bem como algumas de suas limitações para o processo de ensino e aprendizagem.

Após as apresentações, pudemos perceber que nas duas ocasiões tanto os alunos voluntários que apresentaram a peça quanto a platéia se divertiram bastante

durante a encenação, o que gerou um ambiente agradável para se discutir a física, raramente encontrado em sala de aula de quaisquer níveis de escolarização. Uma dificuldade muito comum apresentada pelos alunos durante a apresentação / participação da peça foi situar-se no contexto em que ela estava inserida e o entendimento de alguns conceitos, novos para alguns alunos. Em geral a peça se mostrou um bom recurso para abordar a história da ciência em sala de aula, uma vez que prendeu a atenção dos alunos, criou um clima descontraído motivando e encorajando a sua participação e, enfim criou um ambiente propício para a socialização e construção coletiva do conhecimento. Dessa forma, concordamos com a proposta de Pietrocola (2006):

[...] mas será que a Física pode ser fonte de prazer, assim como o é a música e as artes em geral? Acredito que sim, pois se através dela pudermos “enxergar” um mundo diferente daquele que se nos apresenta à percepção imediata, teremos a sensação de ganhar intimidade com a realidade (Pietrocola, 2006, p.19).

O texto Big Bang Brasil foi escrito com fins lúdicos, sem levar em conta o rigor histórico. Algumas de suas passagens podem induzir visões equivocadas sobre a natureza da ciência. Por exemplo:

Einstein - Você sabe, na relatividade geral eu costurei espaço, tempo, matéria, energia e gravidade, tudo no mesmo pacote. Aí, sabe como é, sem muita coisa para fazer aqui dentro da casa, decidi iniciar uma continha. Coisa simples, para flexionar os músculos cerebrais - eu adoro malhar, sabe?

O texto brinca com uma imagem comum que se faz dos cientistas: seriam gênios excêntricos e criativos, que quando estão “sem muita coisa pra fazer” têm insights reveladores e acabam construindo novas teorias. Este tipo de abordagem divertida pode gerar alguns problemas se for levada para a sala de aula no ensino de ciências, pois pode conduzir a visões distorcidas sobre a natureza da ciência, dando a impressão de que as teorias científicas surgem prontas nas cabeças dos “grandes gênios” (Martins, R. 2006, p. xxii).

Por isso, consideramos importante apresentar algumas contribuições de outros cientistas que levaram à construção do modelo cosmológico estático (Henrique 2011), mostrando que as contribuições de Einstein para a cosmologia foram importantes, mas que ele não foi nem o único nem o primeiro cientista a pensar neste problema. Acreditamos que seja muito importante que a encenação da peça Big Bang Brasil seja acompanhada de discussões sobre a natureza da ciência, sendo esta uma boa oportunidade para mostrar aspectos do complexo processo de construção dos modelos cosmológicos do século XX.

Além disso, outra limitação para o sucesso de propostas inovadoras como a inserção do teatro no ensino de física é a formação tradicional que os professores recebem. É importante considerarmos o domínio do conteúdo pedagógico necessário para o ensino de conteúdos históricos, tais como contar histórias, escrever roteiros e dirigir a performance dos estudantes em peças de teatro ou moderar discussões abertas entre os estudantes (Höttecke e Silva 2011).

Durante a aplicação, nós percebemos como é desafiador implementar metodologias diferentes, já que foi a primeira vez que tentávamos utilizar o teatro em aulas de física. Acreditamos que com o tempo, aplicando essa proposta e refletindo constantemente sobre os aspectos positivos e negativos de cada aplicação, poderemos aprimorar cada vez mais não só as atividades, mas também nossa

próprias habilidades para lidar com aulas de física mais humanas. Em pesquisas futuras, pretendemos avaliar se além de se divertirem, os alunos podem aprender conceitos de cosmologia e aspectos da história da ciência com esta estratégia. Pretendemos aumentar a participação da platéia que pode interagir e debater com os atores da peça. Assim, podemos avaliar alguns limites e possibilidades dessa proposta, adaptando a encenação da peça junto com outras atividades para o ensino de cosmologia na educação básica.

Referências

ANASTASIOU, L. G. C e PESSATE, L. A. **Processos de ensinagem na universidade**. Joinville: Editora Univille, 2007.

BATISTA, D. H. **O uso do teatro no ensino de história**. Texto integrante dos Anais do XX Encontro Regional de História: História e Liberdade. ANPUH/SP, UNESP – Franca, 06 a 10 de setembro de 2010. Cd-Rom. <http://www.anpuhsp.org.br/downloads/CD%20XX%20Encontro/PDF/Pain%E9is/Danilo%20Henrique%20Batista.pdf>

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC 2002.

FORATO, T. C. M. **A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2009.

HENRIQUE, A. B. e SILVA, C. C. **Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia: o universo teve um começo ou sempre existiu?** In: *Atas do VII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências- ENPEC*. Florianópolis, SC, 2009.

HENRIQUE, A. B. **Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, 2011.

HÖTTECKE, Dietmar. & SILVA, Cibelle. C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge. An analysis of obstacles. **Science & Education**, Volume 20, Issue 3, Page 293, 2011.

KRAGH, H. **Cosmology and Controversy: The Historical Development of Two Theories of the Universe**. Princeton, Princeton University Press, 1996.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.24, n.1, p.112-131, 2007.

MENEZES, L. C. O aprendizado do trabalho em grupo. **Revista Nova Escola**, edição 22, maio de 2009.

NORY R. M. e ZANETIC J. O teatro e a física: a cena que não entra em sala, **XVI Simpósio nacional de ensino de física**, Rio de Janeiro, RJ, 2005. <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0689-1.pdf>

OLIVEIRA, N. R. e ZANETIC J. A presença do teatro no ensino de física, **IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Jaboticatubas, MG, 2004. <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/sys/resumos/T0104-1.pdf>

PIETROCOLA, M. **Construção da realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo**. Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. Florianópolis: Ed. UFSC, 2006, pp. 10-32.

PINTO, A. e ZANETIC, J. É possível levar a Física Quântica para o Ensino Médio? **Caderno Catarinense de Ensino de Física** vol 16, n 1, 7-34, 1999.

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**. São Paulo: Edusp, 1995.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1989.

----- Anexo "Big Bang Brasil"² -----

Primeira parte: universo estático ou em expansão?

Bial - Olá, pessoal! Está começando mais uma edição do nosso BBB! É o Big Bang... Torcida no estúdio - Brasiiiiil...

Bial - Vamos lá, então, que o programa está quente, muito quente hoje. Quente e denso. A casa andou fervendo nos últimos dias. Mas, antes de mais nada, vamos ver como estão os nossos "brothers"... pode espiar, pode espiar à vontade! E aí, alemão, como é que está aí? Muita emoção?

Einstein - Pois é, Bial, a coisa aqui está quente mesmo.

Bial - Mas o que aconteceu para te deixar assim?

Einstein - Bem, tudo começou em 1915, quando eu desenvolvi minha teoria da relatividade geral. Ela revelou uma coisa muito incômoda, que deixou todo mundo meio perturbado aqui...

Bial - Vish, alemão, o que você aprontou aí?

Einstein - Você sabe, na relatividade geral eu costurei espaço, tempo, matéria, energia e gravidade, tudo no mesmo pacote. Aí, sabe como é, sem muita coisa para fazer aqui dentro da casa, decidi iniciar uma continha. Coisa simples, para flexionar os músculos cerebrais - eu adoro malhar, sabe?

Bial - Nooossa... que conta foi essa, seu Einstein?

Einstein - Bem, decidi aplicar as equações da relatividade geral ao universo inteiro como se eu fosse calcular o que acontece com o cosmo todo se ele for representado pela minha teoria. E aí aconteceu uma coisa bem desconfortável.

Bial - Eita, esse alemão, viu...

Einstein - Pois é, o que minhas contas mostraram é que o universo não podia estar parado - ele devia estar ou se contraindo, ou se expandindo.

Bial - Que absurdo, alemão!

Einstein - Concordo. Tanto que decidi mudar a teoria no ano seguinte para impedir isso, incluindo uma letra lambda nas equações, de modo a fazer com que o universo ficasse paradinho, do jeito que devia...

Friedmann - Mas alemão, as suas contas estavam certas! A equação original era a mais bonita, você deveria ter acreditado no que ela sugeria... eu mesmo conferi os cálculos.

Bial - Nossa, que polêmica, hein? Para resolver, vamos chamar agora um brother zen, o nosso monge... George Lemaître! E aí, George?

Lemaître - Fala, Bial!

Bial - Tudo bom aí?

Lemaître - Mais ou menos, Bial.

Bial - Por quê?

Lemaître - É o alemão, Bial. Ele andou me colocando contra todo mundo. Diz que as minhas ideias são absurdas. E olha que elas nasceram da própria teoria dele!

Bial - Ih, alemão, o que aconteceu?

Einstein - O nosso querido padre belga devia ficar mais no confessionário, isso sim. Depois de fazer cálculos com base na minha relatividade, em vez de adotar a versão com o lambda, ele apostou na versão original da teoria e agora defende a ideia de que o universo inteiro nasceu de algo como um "átomo primordial", que explodiu e deu origem a tudo que vemos. Uma bobagem.

Lemaître - Alemão, pára com isso. Você me magoa quando diz que minhas conclusões não têm valor.

Bial - Vish, que bagunça. Fecha o som da casa! Agora vamos ver uma coisa que aconteceu em 1931, com um dos nossos brothers mais queridos, Edwin Hubble.

² Adaptado: NOGUEIRA, S. **Ceticismo, Ciência & Tecnologia**, 2007, publicado por André. Disponível em: <<http://ceticismo.wordpress.com/2007/10/24/big-bang-brasil/>>. 25 Maio 2011.

Hubble - Ih, olha isso aqui! Veja só, eu estava analisando a luz dessas galáxias e parece que todas elas estão se afastando de nós. Que estranho.

Bial - E agora, o que pode ser isso? Vamos dar uma espiadinha! (Einstein, Lemaître, Friedmann e Hubble discutem).

Bial - E aí, quem é que vai se explicar? Hubble?

Hubble - Eu não. Eu só fiz as medidas. Não gosto de me intrometer nessas discussões cosmológicas.

Bial - Monge? / **Lemaître** - É óbvio, Bial! Se as galáxias parecem estar todas se afastando de nós, é claro que elas já estiveram muito mais próximas antes.

Einstein - Tá, eu tenho de admitir que essas espiadas do Hubble parecem apontar para o fato de que o universo já foi no passado muito mais compacto, e não dá para negar que ele está hoje em expansão.

Bial - Ih, alemão, então aquele negócio de lambda era tudo bobagem? / **Einstein** - Pois é, Bial. O maior erro da minha carreira.

Segunda parte: Big Bang contra Estado Estacionário

Bial - Olháí... confissões no BBB! Mas que bom, parece que tudo se acomodou, com os brothers todos aceitando que o universo nasceu de um ponto muito pequeno e denso...

Hoyle - Todos não, Bial! Esse negócio de Big Bang é tudo bobagem!

Bial - Ué, mas e as espiadinhas do Hubble?

Hoyle - Elas mostram que o universo é dinâmico, mas eu acho um absurdo dizer que ele "nasceu" num ponto do tempo, a partir de um "átomo primordial", como sugere o monge. Isso é coisa de religioso mesmo.

Lemaître - Ei, peraí, peraí. Você sabe muito bem que eu não misturo a minha fé com a cosmologia -- minhas conclusões sobre o átomo primordial derivam da teoria do alemão!

Bial - Esse é o nosso Fred Hoyle, sempre polêmico!

Hoyle - Polêmico não, Bial. É que esse papo de Big Bang não convence mesmo. Mas eu tenho a resposta. Desenvolvi em 1948 uma ótima teoria, chamada de teoria do Estado Estacionário. Ela sugere que o universo na verdade sempre foi assim. As galáxias se afastam mesmo umas das outras, mas matéria surge do nada entre elas para criar novas galáxias, e o universo continua nesse esquema, eterno e sempre parecido.

Gamow - Tsc, tsc, tsc... / **Bial** - Ih, parece que o George Gamow não concorda. O que foi, George, para você ficar ressabiado assim?

Gamow - Bial, a teoria do Hoyle não está com nada. Ela não explica como surgiram os atuais átomos do universo. Já o meu modelo do Big Bang explica como apareceram os átomos de hidrogênio e hélio, exatamente nas proporções que existem hoje no cosmo!

Hoyle - Nem vem, seu Gamow, nem vem. Você sabe muito bem que essa explicação não serve de nada, pois não explica como surgiram os outros átomos, além do hidrogênio e do hélio. O que explica isso na verdade é a minha teoria sobre a formação de núcleos atômicos no interior das estrelas! É de lá que nasceram os elementos químicos mais pesados que o hidrogênio e o hélio!

Bial - Ih, que confusão, que confusão! Fecha o som da casa! O Big Bang Brasil está pegando fogo! Vamos deixar os brothers lá se matando, porque daqui a pouco tem o paredão! Gamow e Hoyle vão se enfrentar! Qual teoria vence? A teoria padrão do Big Bang, desenvolvida por Gamow, ou a do Estado Estacionário, por Hoyle? Vamos dar uma espiadinha?

Terceira parte: o desfecho da controvérsia

(Einstein, Friedmann, Lemaître, Gamow e Hoyle estão discutindo, quando Robert Dicke decide entrar na conversa).

Dicke - Já sei! Tem uma coisa que pode confirmar se o universo "nasceu" de um ponto muito denso e quente, como diz a teoria do Big Bang de Gamow, ou se ele vive num Estado Estacionário, como diz o Hoyle. Se ele tiver "nascido" do Big Bang, ele deve ter uma radiação vinda de todas as direções -- uma espécie de eco dessa fase altamente compacta do universo.

Gamow - Grande novidade! Eu já tinha previsto isso em 1948, e você apresenta essa ideia como se fosse nova. Tsc, tsc, tsc...

Dicke - Ei, nem sabia que você já tinha dito isso, George.

Gamow - Pois é, se alguém puder detectar essa radiação de fundo...

Comentar a carta de Gamow a Dicke, tentando convencer a todos de que ele já havia previsto a radiação, além das diferentes previsões de outras teorias alternativas.

Bial - E aí, Dicke, você vai dar uma espiadinha nessa radiação?

Dicke - Vou, Bial. Já estou desenvolvendo um aparelho para detectá-la, se ela existir mesmo...

Penzias - Póparar, póparar! Olha aqui o que eu detectei na antena em que trabalho lá nos Laboratórios Bell!

Dicke - Ih, fomos furados, rapazes.

Bial - Que moraaaaal... Arno Penzias diz ter encontrado a radiação cósmica de fundo, uma relíquia de uma época apenas 300 mil anos após o Big Bang.

Penzias - Eu e o meu amigo Wilson detectamos esse negócio meio sem querer, mas agora não temos dúvidas: é a radiação do Big Bang.

Gamow - CQD, amigo Hoyle, CQD.

Hoyle - Absurdo. Esse Big Bang é absurdo. As coisas podem parecer boas para a sua teorzinha agora, mas veja só: eu acabo de desenvolver a minha sensacional teoria do estado quase estacionário, que responde até pela radiação cósmica de fundo!

Bial - Ih, Hoyle, você não está forçando a barra, não?

Gamow - É, Bial, o cara não desiste.

Hoyle - Não adianta. A radiação me pegou de surpresa, mas existe um problema que ninguém está mencionando. A radiação aparece exatamente com a mesma intensidade em todas as direções do universo. Isso indica que o universo foi muito homogêneo no passado e, se isso é resultado de um Big Bang, o universo hoje jamais teria as galáxias que têm, pois era homogêneo demais para evoluir para o mundo de hoje, que é cheio de vazios, com algumas poucas regiões concentradas de matéria.

Gamow - Calma, Hoyle. As variações na radiação cósmica vão aparecer. Falta apenas desenvolver os instrumentos para detectar essas flutuações diminutas.

Bial - Fecha o som da casa! Quem será que tem razão, Gamow ou Hoyle? Vamos dar um espiadinha... (Einstein, Friedmann, Lemaître, Gamow, Hoyle e Dicke estão discutindo, quando George Smoot decidiu entrar na conversa).

Smoot - Então, eu desenvolvi um projeto aqui que pode resolver a parada...

Todos se viram para Smoot.

Smoot - Um satélite. Um satélite para detectar com alta precisão potenciais variações na radiação cósmica de fundo.

Gamow - Parece ótima ideia. Só no espaço para evitar a interferência gerada pela atmosfera nessas observações delicadas.

Bial - Mas e aí, Smoot, vai rolar? / **Smoot** - Olha, faz tempo que tenho o projeto, mas a explosão do ônibus espacial Challenger, em 1986, está adiando tudo. Tivemos de cortar o tamanho do Cobe...

Bial - O que é Cobe?

Smoot - É o nome do satélite.

Bial - Ahh... vamos continuar espiando.

Smoot - Mas agora ele está pronto. Vamos lançar e, em 1992, devemos fechar um mapa detalhado da radiação cósmica de fundo.

Bial - Fecha o som da casa! E agora? Estamos chegando ao emocionante final! Quem vai continuar na casa, Gamow ou Hoyle? Vamos ver as torcidas aqui no nosso estúdio!

Torcida do Gamow - ÊÊÊÊÊÊÊÊÊÊ! Big Bang! Big Bang! Big Bang!

Torcida do Hoyle - Êêêê.

Bial - Vamos dar uma espiadinha. E aí, Gamow, está pronto para ver sua família?

Gamow - Nossa, vamos lá!

Batimentos cardíacos de Gamow vão a mil, enquanto ele olha para a tela.

Gamow - Olha lá, todo mundo veio! Mamãe Gamow, tio Gamow, vovô Gamow, vovó Gamow!

Bial - E aí, Hoyle, preparado?

Hoyle - Eu sei que está todo mundo contra mim, Bial, mas vamos lá. / **Bial** - Olha aí a sua torcida, Hoyle! (Batimentos cardíacos de Hoyle vão a mil).

Hoyle - Puxa, mamãe Hoyle, tio Hoyle, vovô Hoyle, vovó Hoyle!

Bial - Chegou o grande momento, hein? Estão preparados?

Gamow - Sim, Bial. / **Hoyle** - Manda ver, Bial.

Bial - E atenção. O George Smoot acaba de enviar aos estúdios da Globo o resultado da medição da radiação cósmica de fundo de 1992. Foi uma disputa acirrada, viu? Mas, com uma diferença de uma parte em cem mil, o Cobe encontrou variações que suportam o... Big Bang!

Gamow - Ah, eu sabia, eu sabia, eu sabia!

Hoyle fica com cara de fossa. Einstein, Friedmann, Lemaître, Gamow, Dicke e Smoot vão abraçar Gamow. Hoyle deixa a casa e vai para o palco com Bial.

Bial - E aí, Hoyle, tudo bem? / **Hoyle** - É a vida, né, Bial?

Bial - Pois é. Mas veja aqui a sua torcida, que veio te receber.

Hoyle - Ih, Bial, pode ficar sossegado. Eles acham que sabem de tudo. Hoje é difícil negar que o universo como o conhecemos surgiu num ponto denso e quente e expandiu a partir dali -- essa ideia

que eu apelidei de Big Bang lá atrás. Mas ainda tem muita água para correr por baixo da ponte da cosmologia. E mal sabem eles que estão apenas procurando cordas para se enforcar.

Bial - É isso aí. Muito já aprendemos sobre a natureza e o surgimento do universo, mas ainda há muito mais pela frente. Pode continuar espiando...