



## Discutiendo o Universo em Expansão; Utilização de Controvérsias e Programas de Análise de Áudio no Ensino de Cosmologia.

**Wagner Tadeu Jardim**

IF SUDESTEMG – Juiz de Fora,  
Brasil  
[wagner.jardim@ifsudestemg.edu.br](mailto:wagner.jardim@ifsudestemg.edu.br)

**Andreia Guerra**

CEFET/RJ – Rio de Janeiro  
Brasil  
[aguerra@tekne.pro.br](mailto:aguerra@tekne.pro.br)

### ABSTRACT

The study outlined in this proposal refers to the teaching strategy that is constructed based on a historical controversy and aims toward the discussion of themes regarding teaching Modern and Contemporary Physics (MCP). The theme chosen was “The Universe in Expansion” as it fits into the cosmological model that is currently most accepted (The Big Bang model). We discussed the interpretation of the data obtained by Edwin Hubble since it has been presented many times as direct and unquestionable evidence that the universe is expanding. To aid the discussion that was proposed to the pre-service teachers, we contextualized an activity of audio analysis in which we use a computer software that allows us to elaborate on the concept of Wave and, more specifically, the Doppler Effect, that could be presented as a pre-requisite to understanding the subject. In all, we have sought to emphasize Science as a non-linear structure that is frequently immersed in controversial questions.

### RESUMO

A Proposta aqui apresentada se refere a estratégia de Ensino construída com base em uma controvérsia Histórica e visa a discussão de temas de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino. O tema escolhido foi o “Universo em Expansão” por se inserir no modelo Cosmológico mais aceito atualmente (Modelo do Big Bang). Discutimos a interpretação dos dados obtidos por Edwin Hubble pelo fato de muitas vezes serem apresentados como evidências diretas e inquestionáveis de que o Universo estaria se expandindo. Como suporte à discussão proposta aos alunos de Licenciatura, contextualizamos uma atividade de análise de áudio onde utilizamos um *software* de computador que nos permitiu trabalhar o conceito de Onda e, mais especificamente, o Efeito Doppler que poderia se apresentar como pré-requisito ao entendimento do tema. Buscamos enfatizar a Ciência como uma construção não linear e frequentemente imersa em questões controversas.

**Palabras Claves:** Controversias históricas, Enseñanza Cosmología, Efecto Doppler.

**Palavras Chaves:** Controvérsias Históricas, Ensino de Cosmologia, Efeito Doppler

**Key-Words:** Historical controversies, Teaching Cosmology, Doppler Effect.



## INTRODUÇÃO

O panorama atual da pesquisa em ensino de Física, aponta para a importância da introdução de temas de Física Moderna e Contemporânea (FMC) nas discussões de sala de aula. Além da motivação gerada nos alunos, como destacam Oliveira, Vianna E Gerbassi (2007), os professores também concordam quanto à importância do ensino de FMC no nível médio. Os resultados da pesquisa de Oliveira, Vianna E Gerbassi (2007) mostram que professores de Física de nível médio defendem que a Física do século XX é extremamente necessária para se entender as grandes inovações teóricas e tecnológicas atuais e que seu ensino pode trazer mais sentido ao aprendizado em sala de aula. Pesquisadores em Ensino de Física mostram grande preocupação de se inserir temas de FMC no Ensino Médio e Graduação (Terrazan, 1992; Oliveira, Vianna, Gerbassi, 2007; Arriassacq, Greca, 2004; Teixeira, Greca e Freire, 2012), o que indica a necessidade de se ampliar a prática de aplicações efetivas de propostas relacionadas à FMC.

Outra questão relevante amplamente discutida, é a utilização da História e Filosofia da Ciência (HFC) como uma possibilidade de se trazer maior sentido ao aprendizado das Ciências (Matthews, 1994; Martins, 2007; Morais, Guerra, 2013), além de auxiliar nas estratégias que visam evitar o entendimento errôneo de alguns conceitos.

Tendo em vista as questões levantadas, o grupo de pesquisa elaborou um curso de Cosmologia pautado na HFC que, em sua etapa inicial de investigação, que constituiu seu projeto piloto (Jardim, Guerra 2013), indicou que a discussão de determinados temas, pautada exclusivamente no diálogo pode se mostrar limitada. Um dos temas que se revelou frágil foi a discussão acerca da interpretação sobre os dados extraídos das observações de Edwin Hubble que indicam uma possível Expansão do Universo. Encontramos no tema em questão, um cenário propício à inserção da controvérsia acerca da interpretação do redshift e o comportamento do Universo como estratégia de trabalho. A utilização de controvérsias Histórico-científicas tem sido apresentada como um rico caminho para levar discussões acerca da Natureza da Ciência (NdC) para a sala de aula (Braga, Guerra, Reis 2012). O Enfoque utilizado permitiu discussões acerca da NdC que se mostraram eficazes na desconstrução de uma visão simplificada de Ciência muitas vezes trazidas por professores e alunos (Gil-Pérez et al. 2001). Um recurso complementar utilizado, foi o uso do programa de análise de áudio *Audacity* que permite a discussão de diversos aspectos relacionados à ondulatória, uma vez que o entendimento do Efeito Doppler se mostra essencial para a discussão da controvérsia. A proposta foi aplicada em uma turma constituída de 12 alunos (A1, A2, A3... A12, dos quais A10, A11, A12 já lecionavam em cursos preparatórios para vestibular). Os alunos cursavam a cadeira “Instrumentação para o Ensino II” e se encontravam entre os três últimos períodos da licenciatura em Física de uma Universidade pública brasileira.

## INTRODUZINDO A PROPOSTA

Para introduzir o tema “Universo em Expansão”, discutimos conceitos acerca da Teoria da Relatividade Geral (TRG) proposta por Albert Einstein, que de maneira análoga à mecânica Newtoniana, serviu como estrutura para os modelos cosmológicos construídos posteriormente a ela. A TRG se mostra como um pré-requisito para o estudo de Cosmologia contemporânea. Logo, para apresentar as ideias básicas do tema, utilizamos algumas imagens e um trecho do documentário UNIVERSO ELEGANTE vol 1 (17:10-19:30). Esse trecho do documentário apresenta uma



animação que permitiu aos alunos visualizarem a deformação da estrutura do espaço-tempo na presença de objetos massivos, apresentando ainda, a mudança na trajetória de um objeto ou mesmo da luz nas proximidades de tal deformação. Em seguida, exibimos outro trecho do documentário UNIVERSO ELEGANTE vol.2 (35:50-38:05), onde é apresentada uma explicação do que seria a expansão inicial do espaço (Teoria do Big Bang), indicando, entretanto, possíveis problemas com a Teoria, tais como um aspecto muito discutido atualmente e que versa sobre impossibilidade de descrição do instante inicial do Universo.

A partir desses vídeos, discutiu-se que a TRG permitiu que fossem criadas diversas propostas de estruturas para se tentar descrever o espaço e, assim, para a criação de novos modelos cosmológicos. Dessa maneira, surgiram diversos modelos que buscaram aplicá-la em estudos sobre a estrutura do Universo. Os modelos adaptaram a distribuição de matéria observada à nova estrutura de espaço-tempo e as condições por eles estabelecidas. (Porto, Porto, 2008).

Destacou-se, então, que Einstein defendeu ser o Universo, homogêneo em grande escala, inicialmente formado por matéria distribuída uniformemente em todo espaço como se fosse um gás ocupando todo o volume de um recipiente. Ressaltamos que já podia se observar alguns aglomerados de matérias como galáxias, o que permitia à Einstein, considerar a homogeneidade do Universo apenas em grandes escalas (Martins, 1994). A princípio, por não conseguir um modelo no qual o Universo fosse estável e acabasse por se atrair mutuamente se colapsando, Einstein propôs uma constante cosmológica que funcionaria como uma contragravidade. Essa constante não apresentava sentido físico, uma vez que não se observava nenhum efeito semelhante antes atribuído à gravitação. Atentamos que esse argumento matemático de contragravidade seria discutido novamente em um momento posterior no curso como descrito nos comentários

*“Atentem a essa constante, pois ela pode ser ajustada de forma a fazer algumas adaptações no modelo em relação aos efeitos gravitacionais. Voltaremos a comentar sobre isso” (professor)*

*“Já ouvi falar de alguma coisa mesmo que faria o contrário da gravidade e que não está relacionado com as outras forças, como as nucleares ou elétricas. (A 3).*

*“Vamos retomar esse assunto.” (professor).*

Nesse momento, o professor ressaltou que enquanto os modelos cosmológicos se desenvolviam, observações astronômicas, como as de Hubble, indicavam que o Universo estaria se expandindo e, portanto, não seria estático como Einstein e outros pesquisadores acreditavam. Discutiu-se que a constante de Einstein foi modificada para se adaptar aos novos dados (FAGUNDES 2002). Dizer que a constante cosmológica foi readaptada aos novos dados, suscitou questionamentos, como os apresentados a seguir,

*“Mas então essa constante é variável mesmo? Qualquer um pode modifica-la a seu bel prazer? (A 8)*

*“Como já havíamos comentado, em um modelo, existem alguns aspectos que acabam sendo modificados, quando possível, para se adaptar a novas demandas de explicações. A constante Cosmológica é uma delas, do mesmo jeito que o “K” da lei de Coulomb poderia ser modificado se percebêssemos que o valor da força de atração e repulsão está em uma proporção diferente do valor que temos atualmente para esse “K””. (Professor)*

*“Então depois que Hubble descobriu que o Universo estava se expandindo, todo mundo teve que reformular qualquer modelo que falasse o contrário?” (A 8)*



*“Na verdade, não é tão simples assim, existe uma controvérsia acerca disso que dá muito pano pra manga. Vamos falar disso daqui a muito pouco. Vamos só abrir um parêntese para falar um pouco sobre o efeito principal que desencadeia esse tema, tudo bem?” (Professor).*

Para a continuidade da discussão levantada sobre a suposta expansão do Universo, ressaltamos que deveríamos entender certo efeito que seria apresentado na atividade que será descrita a seguir. A atividade foi construída de forma que pudesse ser reproduzida no Ensino Médio como auxílio aos temas relacionados à ondulatória, tal como o efeito Doppler.

## O EFEITO DOPPLER EM ANÁLISE DE ÁUDIO A EXPANSÃO DO UNIVERSO

A atividade que será descrita está inserida na discussão acerca da Expansão do Universo e foi estruturada da seguinte maneira:

0 – Discutimos o desconhecimento de alguns efeitos estudados pela física, como o efeito Doppler. Utilizando como introdução para tal discussão, um trecho do seriado *The Big Bang Theory*, onde um dos protagonistas está vestindo uma fantasia que simboliza o efeito e ninguém consegue entender seu significado<sup>1</sup>

I - Apresentamos o Áudio (gravado dias antes do Encontro) do som de aproximação e afastamento de um gravador e uma fonte sonora.

II - Apresentamos o programa de análise de áudio (Audacity) que seria utilizado para analisar o som.

III – Abrimos o arquivo de som utilizando o programa, verificando o tempo decorrido para 10 períodos de oscilação das ondas sonoras no momento de aproximação entre fonte e o gravador e 10 períodos de oscilação das ondas sonoras no momento de afastamento entre fonte e o gravador. Calculamos a frequência de aproximação para verificar se a teoria discutida sobre o efeito Doppler estava de acordo com a análise das frequências obtidas a partir dos períodos de oscilação observados.

IV - Mostramos a simulação já referida sobre o efeito fotoelétrico e assim alcançamos os objetivos para avançar na discussão sobre a expansão do Universo.

I - Por questões relacionadas ao tempo disponível para aplicação do curso, optamos por levar já gravado, o áudio sonoro que seria analisado, apresentando apenas a maneira como foi dada sua coleta. Ao excitar uma das cordas de um violão, gravamos o som emitido com um gravador de áudio em repouso em relação ao violão. Em seguida, excitamos novamente a mesma corda e aproximamos o gravador de som rapidamente, obtendo assim, uma onda sonora característica do movimento relativo de aproximação (fig.4). Por fim, excitando a mesma corda do violão, realizamos a gravação do áudio afastando o gravador, obtendo sua onda característica (fig. 5).

II - Apresentamos aos alunos, um *software* que permite analisar a estrutura de áudios. Ele nos possibilitou fazer uma leitura de intensidade sonora e visualizar o som de acordo com seu comportamento ondulatório (Costa, Mocellin 2007; Saba, Rosa 2003). Existem diversos *softwares* que permitem tal análise. Utilizamos o programa *Audacity*<sup>2</sup>, pois o mesmo é disponibilizado gratuitamente. Para gerar a diferença de frequência nas ondas sonoras, utilizamos um violão (poderia ter sido usado qualquer emissor de som com frequência aproximadamente constante),

<sup>1</sup> O trecho deste vídeo foi visualizado em <http://www.youtube.com/watch?v=5F0YWabT7Q4>

<sup>2</sup> Pode ser baixado em <http://audacity.sourceforge.net/>



III Os dados dos sons obtidos foram transferidos para o computador e abertos pelo programa Audacity como podemos observar nas figuras 1 e 2.

O programa permite marcar um intervalo de tempo qualquer (faixa mais escura). O tempo gasto para todas as oscilações marcadas é exibido automaticamente pelo programa. Quanto mais ondas selecionadas, menor o erro no cálculo do período de oscilação. Na fig.1, podemos observar 10 oscilações no intervalo de tempo entre 0.551156s e 0.582086s, o que nos dá um tempo  $t_1 = 0.030930$ . Para obter o período (T) da onda (tempo necessário para uma oscilação completa) basta usar  $T = t/n$ , onde n é o número de oscilações e t é o tempo analisado. Nesse caso:

$T_0 = 0,030930/10$  obtendo assim, o período de aproximação  $T_0 = 0.0030930s$ . Não pegamos diretamente apenas o tempo de uma oscilação com o objetivo de minimizar o erro da medida.

A frequência natural  $f_0$  pode ser encontrada pela razão direta  $f_0 = 1/T_0$ . A frequência de oscilação é o número de oscilações por unidade de tempo e o período é o tempo gasto por uma oscilação, por isso utilizamos a relação  $f=1/T$ . No caso em questão:

$F_0 = 1/0.0030930s$ , obtemos assim a frequência de aproximação  $f_0 = 323,3107016$  Hz

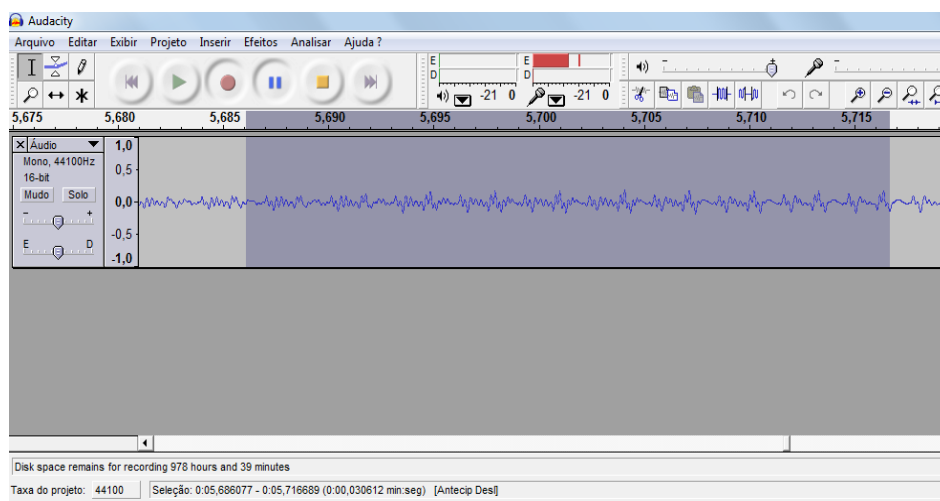


Figura 1 Onda característica do movimento de aproximação fonte-observador

Na fig. 1, podemos observar 10 oscilações no intervalo de tempo entre 5,686077s e 0.5,716689s, o que nos dá um tempo  $t_1 = 0.030612$ . Análogo ao cálculo de frequência anterior:

$T_1 = 0,030612/10$  obtendo assim, o período de aproximação  $T_1 = 0,0030612s$ .

A frequência de aproximação  $f_1$  pode ser utilizada pela razão direta  $f_1 = 1/T_1$ , no caso em questão:

$f_1 = 1/0.0030612s$ , obtemos assim a frequência de aproximação  $f_1 = 326,666928$ Hz

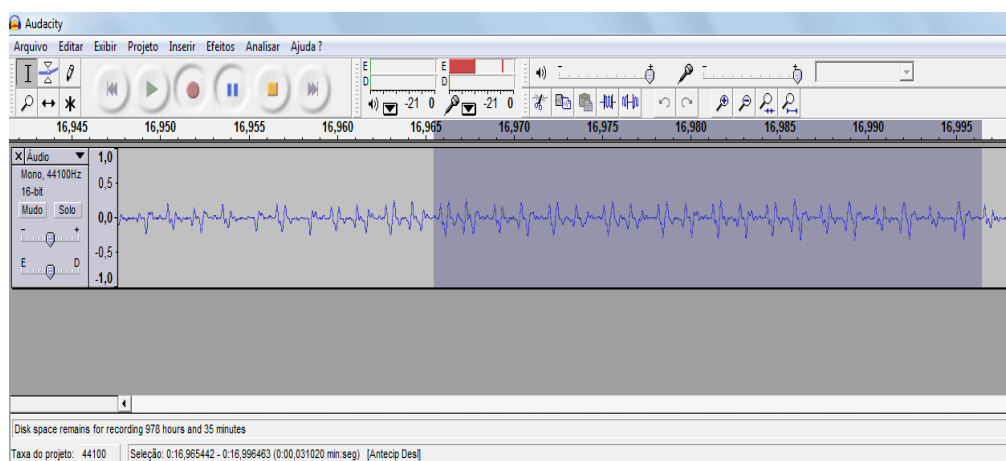


Figura 2 Onda característica do movimento de afastamento fonte-observador

Agora, na fig.2, com a análise das ondas sonoras oriundas do movimento de afastamento, de modo análogo ao anterior, obtivemos a frequência de afastamento  $f_2$ . Podemos observar 10 oscilações no intervalo de tempo entre 16,965442s e 16,996463s, o que nos dá um intervalo de tempo  $t_2 = 0.031020$ . Nesse caso:

$T_2 = 0.031020/10$  obtendo assim, o período de aproximação  $T_2 = 0.0031020s$  e,

$f_2 = 1/0.0031020s$ , obtemos assim a frequência de aproximação  $f_2 = 322,3726628Hz$ .

Ao analisar o experimento, conseguimos perceber a diferença de frequência causada pelo movimento relativo entre fonte e observador, sendo que a frequência da onda se apresentava maior durante o movimento relativo de aproximação em relação ao caso de afastamento. Destacamos para os alunos que a apresentação da atividade até esse ponto permite trabalhar o conceito de mudança na percepção da frequência devido ao movimento relativo de aproximação ou afastamento da fonte, conhecimento necessário para se trabalhar as observações de Hubble. Porém, a atividade poderia avançar de acordo com os objetivos, caso por exemplo, o professor desejasse explorar mais resultados, como o valor da velocidade relativa. Sendo assim, aproveitamos para fazer tal cálculo no intuito de mostrar mais possibilidades de trabalho oferecidas pela atividade em questão. Apresentamos, então (sem deduções), as fórmulas já conhecidas pelos alunos que nos forneceriam aproximadamente a velocidade relativa entre fonte e observador, escrevendo as equações de frequência devido ao efeito Doppler como:

$$f_{\text{aproximação}} = f_0 \frac{V_{\text{som}}}{V_{\text{som}} - V_{\text{gravador}}}$$

$$f_{\text{afastamento}} = f_0 \frac{V_{\text{som}}}{V_{\text{som}} + V_{\text{gravador}}}$$

Onde  $V_{\text{gravador}}$  é a Velocidade com que o gravador se movimenta em relação à corda do violão e  $V_{\text{Som}}$  é a Velocidade do Som no ar (utilizamos o valor aproximado de 340m/s que é a velocidade aproximada do som no ar a 20°C, <http://www.prof2000.pt/users/mrsd/8ano/velocidade.htm>). Dividindo uma equação pela outra,



$$\frac{f_{\text{aproximaç\~{o}}}}{f_{\text{afastament}}} = \frac{V_{\text{som}} + V_{\text{gravador}}}{V_{\text{som}} - V_{\text{gravador}}}$$

Obtemos a expressão

$$V_{\text{gravador}} = \frac{f_{\text{aproximaç\~{o}}} - f_{\text{afastament}}}{f_{\text{aproximaç\~{o}}} + f_{\text{afastament}}} \times V_{\text{som}}$$

Substituímos os valores de frequência obtendo o valor médio para a velocidade do gravador de  $V_{\text{gravador}} = 0,006616337 \times V_{\text{Som}} = 2,25$  m/s aproximadamente, o qual está de acordo com a velocidade de movimentação de uma mão. Retomamos aqui, a possível quebra de requisitos que poderia ser alcançada com atividades que complementam o curso. Questionamos os alunos quanto à atividade apresentada,

*“Essa é uma atividade que como vimos, pode ser utilizada para sanar uma possível falta de pré-requisito que seria o desconhecimento do efeito Doppler. Com tempo disponível podemos além da pequena simulação apresentada a início, mostrar a diferença de frequência causada pelo movimento e até mesmo calcular esse valor. Mas vocês acham que seria viável aplicá-la no ensino médio?” (professor)*

*“Com certeza. A atividade pode ser utilizada mesmo sem relação com o curso. Caberia perfeitamente nas aulas sobre ondas, talvez logo depois de se introduzir a equação de velocidade, frequência e comprimento de onda.” (A 2)*

*“E se torna interessante porque a maioria das vezes a gente usa o exemplo da ambulância aproximando e afastando, mas ver os valores e as ondas no programa representa muito melhor. Gostei dessa atividade, porque mesmo se não for trabalhar Cosmologia, a gente pode usar só para os alunos visualizarem as ondas. Muito bom esse programa de análise de áudio”. (A 6)*

Como percebemos nos comentários dos alunos, os mesmos enxergaram nos recursos apresentados uma estratégia para se trabalhar não só o efeito Doppler, mas características gerais relacionadas ao comportamento ondulatório, tais como comprimento de onda, frequência e período. Ressaltamos também que tal atividade poderia gerar muito erro se reproduzida em sala de aula com os alunos, devido à pequena velocidade de translação do gravador. Foi sugerido que, para resultados mais evidentes na análise do áudio, fosse utilizado para compor a atividade o som de uma ambulância ou dos motores de um carro de Fórmula 1. O Som do carro de Fórmula 1 pode ser captado através da televisão, quando a filmagem mostra o carro passando pela câmera, pois nesse intervalo de tempo é capturado o áudio de quando o carro se aproxima e em seguida se afasta do microfone (DIAS 2009).

IV -Após ter discutido o efeito Doppler, apresentamos a simulação já mencionada sobre o efeito fotoelétrico de maneira a entender a fenomenologia básica envolvida acerca do efeito Doppler e o conceito de fóton,

Trabalhado o que julgamos ser os pré-requisitos para prosseguir na discussão, ressaltamos as observações feitas por Hubble em 1923. Analisamos que ao se admitir que a diminuição de frequência observada na radiação emitida pelas galáxias for devido ao efeito Doppler, pode-se chegar à conclusão de que todas as galáxias estão se afastando de nós, ou seja, o Universo estaria se expandindo. Como dentro do espectro da luz visível, o vermelho é a cor que possui menor frequência, a luz que tem sua frequência diminuída em relação àquela originalmente emitida pela



fonte tende a se aproximar da cor vermelha. Assim, esse efeito é referido como redshift (desvio para o vermelho). Todavia, após os alunos estarem assimilando o Efeito Doppler como prova de expansão do Universo, trabalhamos o artigo de Neves (2000) que traz, além de uma ampla discussão, falas de cientistas como o próprio Hubble e De Broglie que colocariam essa afirmação em dúvida.

*"O redshift não é devido a uma expansão do Universo, mas devido a uma perda de energia que a luz sofre nas imensas distâncias do espaço que ela atravessa, vinda dos mais distantes sistemas estelares... Assim, a luz deve estar exposta a algum tipo de interação com a matéria e a radiação no espaço intergaláctico. (Finlay-Freundlich, 1954)". (Neves 2000)*

*"Um fóton vindo de uma nebulosa muito distante teria sua onda enfraquecida através de uma pequena atenuação ou absorção pela extremamente tênue matéria absorvedora que sabemos existir no espaço interestelar... Isto poderia resultar num gradual decréscimo do quantum  $h.v$  e produzir assim um redshift através de um mecanismo bastante diferente da forte absorção do fóton ou do efeito Compton. O mecanismo real seria a contínua absorção 'fraca' da onda. (De Broglie, 1962)". (Neves 2000)*

*"Esta interpretação [a de que o redshift representa velocidade de afastamento] explica os redshifts como efeito Doppler, ou seja, como velocidades de afastamento, indicando um movimento autêntico de recessão. Podemos estabelecer com alguma confiança que os redshifts ou são velocidades de afastamento ou representam algum princípio até agora desconhecido na física. (Hubble, 1936)" (Neves 2000).*

*"Os redshifts representam ou efeitos Doppler, recessão física da nebulosa, ou a ação de algum princípio ainda não identificado na natureza. (Hubble, 1942)" (Neves 2000).*

*"Parece estarmos como nos dias de Copérnico, diante de uma escolha: um Universo pequeno e finito, ou um Universo indefinidamente grande mais um novo princípio da natureza. (Hubble, 1942)" (Neves 2000)*

Ao discutir os trechos destacados do artigo de Neves (2000), aproveitamos para ressaltar que as controvérsias estão sempre presentes na construção do conhecimento

*"Temos então, além de modelos conflitantes, incertezas que partem até mesmo do próprio Hubble, que é tão referido quando se fala de expansão do Universo." (professor).*

*"Mas esse tipo de comentário a gente não vê em lugar nenhum." (A 1)*

*"A história é contada pelos vencedores... A versão mais aceita é a que acaba por se tomada como correta. As demais, muitas vezes, acabam por ser deixadas de lado ou tidas como de pouca credibilidade." (professor).*

*"Se existe teorias que buscam explicar algo atualmente, a gente ainda ouve falar de mais de uma para explicar o mesmo fenômeno. Quando a teoria já é mais aceita e vem do passado, parece que só existiu ela." (A 1)*

*"Concordo. É assim que muitas vezes nos é apresentada uma teoria, sem contexto e aparentemente sem discordâncias e controvérsias. Mas como podemos ver, existe maior complexidade na construção de um modelo do que apenas equações." (Professor).*

Julgamos como de grande contribuição para o curso essa discussão, pois através das falas de autores como o próprio Hubble, destacamos a questão da existência de controvérsias no processo de construção de um modelo científico. Conseguimos assim, ressaltar que o processo de construção da ciência não é de fato tão linear e simplificado como muitas vezes nos é apresentado. Ressaltamos ainda, com o intuito de aumentar tal problematização, a melhor concordância do





modelo de Universo Estacionário na previsão da Temperatura Média do Universo em relação ao modelo do Big Bang (Bagdonas, Silva 2009).

## CONCLUSÃO

Com o intuito de contribuir com inserções efetivas de FMC no ensino, construímos estratégias que, além de abordar temas de grande interesse para os alunos, nos permitiram abrir espaço para trabalhar aspectos do processo de construção da ciência. Julgamos que, o caminho adotado a partir do uso de Controvérsias Históricas para se trabalhar o tema Expansão do Universo se mostrou eficaz, pois permitiu discutir em sala de aula, aspectos ligados ao modelo do Big Bang, tido como um dogma. A proposta apresentada focou na problematização de questões em torno ao tema, não com o intuito de alcançar uma conclusão sobre a controvérsia apresentada, mas sim, como estratégia de contrapor possíveis ideias intrínsecas à maioria dos alunos e professores de ciências como indicado por Gil Pérez et. al (2001).

Um grande diferencial da presente proposta se mostra na atividade que contextualiza o pré-requisito necessário ao tema discutido (Efeito Doppler) de maneira relacionada ao tema, permitindo uma discussão mais aprofundada dos conceitos que nos propusemos enfatizar. A atividade pode ainda ser trabalhada de forma desvinculada de temas ligados à Cosmologia, o que despertou o interesse dos alunos no que tange à utilização de recursos alternativos aos ditos tradicionais na prática do ensino. A proposta se mostrou bastante satisfatória, indicando dessa maneira, a viabilidade e necessidade do reavaliar constante das práticas e estratégias pedagógicas por parte dos professores. Outra questão a ser reavaliada, apontada pela presente proposta, é sobre a estrutura atual que embasa o processo de formação dos professores, uma vez que, mesmo cursando as últimas cadeiras da licenciatura em Física, se mostram despreparados para trabalhar temas de FMC no ensino básico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arriasecq, I e Greca, I. (2004) Enseñanza De La Teoría De La Relatividad Especial En Elciclo Polimodal: Dificultades Manifestadas Por Los Docentes Y Textos De Uso Habitual, *Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias* Vol. 3, N° 2, pp. 211-227.

Braga, M; Guerra, A ; Reis, J (2012). The Role of Historical-Philosophical Controversies in Teaching Sciences: The Debate Between Biot and Ampère. *Science & Education* (Dordrecht), v. 21, p. 921-934.

Costa I. F; Mocellin, A (sept. 2007). “Noise Doppler-Shift Measurement of Airplane Speed” *Phys. Teach.*45, 356-358.

Fagundes H. V. (2002); “Modelos Cosmológicos e a Aceleração do Universo” *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 24, no. 2, Junho.

Forato, T. C. M.; Martins R. A.; Pietrocola, M (22 November 2011). “History and Nature Of Science In High School: Building Up Parameters To Guide Educational Materials And Strategies” *Science & Education*, pp. 1-26.

Gil Pérez, D., Montoro I. F., Alís J. C, Cachapuz A., Praia J (2001). Para Uma imagem não Deformada do Trabalho Científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n.2, pp. 125-153.



Hadzidakik, P. (2008). 'Quantum Mechanics' and 'Scientific Explanation': an explanatory strategy aiming at providing 'Understanding'. *Science&Education*, 17, 49-73.

Jardim, T. J. Guerra, A. (2013). Minicurso de Cosmologia na formação de professores: dificuldades na ampliação de propostas para o Ensino Médio. *Enseñanza de las Ciencias*, v. extra, p. 1794-1798.

Junior M. F. R. e Cruz F. F. S. (2009). Física Moderna E Contemporânea Na Formação De Licenciandos Em Física: Necessidades, Conflitos E Perspectivas *Ciência & Educação*, V. 15, N. 2, P. 305-21.

Kohnlein J. F. K e Peduzzi L. O. Q. (2005). Uma Discussão Sobre a Natureza da Ciência no Ensino Médio; Um Exemplo com a Teoria da Relatividade Restrita. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 22, 63.

LATOUR, B. (2000). *Ciência em Ação; Como Seguir Cientistas e Engenheiros Sociedade Afora*. UNESP.

Levrinie, O., Fantini, P. (2013) *Encountering Productive Forms of Complexity in Learning Modern Physics. Science&Education (onlinefirst)*, 1-16.

Loch, J. e Garcia, N. M. D. (2009) Física Moderna E Contemporânea Na Sala De Aula Do Ensino Médio *Vii Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação E Ciências*, Florianópolis.

Matthews, M. R. (1994) *Science Teaching: The Role Of History And Philosophy Of Science*. New York: Routledge.

MARTINS R, A. (1994) *O Universo: Teoria Sobre Suas Origem e Evolução*. Editora Moderna, 1ª Edição.

Martins, A. F.P. (2007) "História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho." *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 24 (1): 112-131, 2007.

Mccomas, W. F. (1998) *The Principal Elements Of The Nature Of Science: Dispelling The Myths*. In: Mccomas, W. F. (Ed). *The Nature Of Science In Science Sducation. Rationales And Strategies*. Netherland: *Kluwer Academic Publishers*

Morais A, Guerra, A. (2013) História e Filosofia da ciência: Caminhos para a inserção de temas de Física Moderna no Estudo de Energia na Primeira Série do Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 1, 1502.

NEVES C, D. (2000). "A Questão Controversa da Cosmologia Moderna: Hubble e o Infinito" parte 1 *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.17, n.2 p.189-204.

Oliveira, F. F.; Vianna, D. M.; Gerbassi, R. S. (2007). "Física Moderna no Ensino Médio: O Que Dizem os Professores". *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 3, p. 447-454.

Plagiarini, C.R e Silva C. C. (2007) *History And Nature Of Science In Brazilian Physics Textbooks: Some Finding and Perspectives*. Ninth International History, Philosophy and Science Teaching Conference, Calgary/Canada, June 24 – 28.

Pereira A. P e Ostermann, F. (2009) Sobre O Ensino De Física Moderna E Contemporânea: Uma Revisão Da Produção Acadêmica Recente. *Investigações Em Ensino De Ciências – V14(3)*, Pp. 393-420.

Porto C, M; Porto M, B, D, S, M. (2008). [2] "Uma Visão de Espaço na Mecânica Newtoniana e na Teoria da Relatividade de Einstein" *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 1, 1603.

Saba M. M. F.; Rosa R. A. S. (2003). "The Doppler Effect of a Sound Source Moving In a Circle" *Phys. Teach.*41, 89-91.



Teixeira, E. S.; Greca I. M.; Freire O. (2012). Uma Revisão Sistemática das Pesquisas Publicadas no Brasil Sobre o uso Didático de História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física. *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino. Cap. 1 pp. 9-40.*