

A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação

The Nature of Science at School by means of a didactic material on Gravitation

Luiz H. M. Arthury

Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul
luizarthury@gmail.com

Eduardo A. Terrazzan

Universidade Federal de Santa Maria
eduterrabr@yahoo.com.br

Resumo

Apresentamos alguns resultados de uma pesquisa que objetivou estabelecer um conjunto de parâmetros para um tratamento didático da Natureza da Ciência, junto a alunos de Física do Ensino Médio. Para esse fim, elaboramos uma unidade de ensino composta por textos sobre o desenvolvimento da Gravitação, com um olhar epistemológico baseado nos elementos da epistemologia de Lakatos, juntamente com apresentações eletrônicas e atividades baseadas nos assuntos trabalhados. Por meio dessa pesquisa, caracterizada como qualitativa, obtivemos dados que permitiram a constituição de um conjunto de parâmetros e sugestões para uma implementação adequada de nossa proposta.

Palavras-chave: Natureza da Ciência; História e Filosofia da Ciência; Gravitação no Ensino Médio; Relatividade Geral no Ensino Médio.

Abstract

We present the results of a research that aimed to establish a set of parameters for a didactic treatment of the Nature of Science, with students of Physics of High School. To this goal, we developed a teaching unit composed of texts on the development of Gravitation, with an epistemological view based on the elements of Lakatos epistemology, along with electronic presentations and activities based on the subjects studied. Through this research, characterized as qualitative, we obtained data that allowed the constitution of a set of parameters and suggestions for an adequate implementation of our proposal.

Key words: Nature of Science; History and Philosophy of Science; Gravitation in High School; General Relativity in High School.

Introdução

Apesar de a História e Filosofia da Ciência constituir uma linha de pesquisa relativamente bastante revisitada nesta última década (Silva et al., 2013), seus resultados, assim como outros produzidos pela pesquisa em Educação em Ciências, têm produzido pouco impacto nas salas de aula (Rezende e Ostermann, 2005, Pena e Filho, 2008). A preocupação com uma desejável cultura acadêmica de se fazer com que os resultados das pesquisas em ensino influenciem diretamente esse, depende em muito da qualidade da formação de novos professores, mas acreditamos que essa preocupação deva também se dar com os professores em atuação nas salas de aula, ou seja, que já estão na docência hoje.

Propomos então uma pesquisa com o auxílio direto dos professores, buscando sua ciência da importância de seu papel imprescindível na pesquisa. Buscamos, assim, maneiras de se compreender melhor algumas questões que aportem adequadamente novas práticas de ensino. Entre estas questões, destacamos a necessidade de se trabalhar aspectos explícitos da Natureza da Ciência, obtendo um corpo de conhecimentos relativos à prática do professor nas salas de aula, contemplando, por sua vez, elementos relativos à própria aceitação do aluno e sua relação com o conhecimento trabalhado. O objetivo dessa pesquisa foi estabelecer um conjunto de parâmetros para um tratamento didático da Natureza da Ciência, baseado na visão de Lakatos (1979), como conteúdo de ensino em aulas de Física no Ensino Médio, mediante uma abordagem da Gravitação. Entre os diversos resultados, de diferentes atividades, obtidos dos alunos e dos professores participantes da pesquisa, no presente trabalho apresentamos alguns resultados referentes ao retorno dos alunos.

A Natureza da Ciência: concepções adotadas

A Natureza da Ciência pode assumir diferentes concepções por diferentes autores (Lederman, 2007). Consideramos, nesse trabalho, que o que chamamos de Natureza da Ciência é essencialmente seus modos de proceder, indicados pelo conjunto de conhecimentos obtidos por pensadores epistemólogos e outros a respeito da atividade científica. “A Natureza da Ciência refere-se tipicamente à epistemologia da ciência, ciência como uma forma de conhecer, ou aos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento” (Lederman, 2007, p. 833).

Apesar de haver diferentes visões a respeito da Natureza da Ciência, julgamos que é possível estabelecermos um conjunto de características que, se não exaurem as discussões sobre o funcionamento da ciência, ilustram em boa medida alguns pontos mais consensuais a esse respeito. Apesar de divergências em relação à ciência,

Existem, sem dúvida, alguns aspectos essenciais em que se verifica um amplo consenso e que convém destacar, evitando-se que variações e divergências ocultem o que há de comum nas diferentes abordagens, situação particularmente importante e necessária em Educação em Ciências (Gil Pérez et. al., 2001, p. 135).

Gil Pérez et. al. (2001) enumeram, portanto, alguns pontos de consenso relativos à atividade científica, e que utilizamos neste trabalho como referência para o ensino da Natureza da Ciência: **a)** em primeiro lugar, devemos recusar um “Método Científico” bem delimitado, como se tivéssemos uma receita bem definida, com regras a serem seguidas mecanicamente; **b)** devemos recusar um empirismo ingênuo, ou seja, a noção de que o conhecimento científico é resultado de “dados puros”, de que nossos sentidos levam diretamente ao conhecimento; **c)** devemos insistir no caráter hipotético da atividade científica e na devida contextualização da experimentação; **d)** devemos evidenciar a busca pela coerência global. Nossas explicações

devem ser continuamente postas em revisão, e devem fazer parte de um conjunto explicativo maior; e) por fim, devemos mencionar o caráter social do empreendimento científico. Os cientistas fazem parte de grupos que trabalham sob um paradigma, e os esforços de um se dão a partir do contexto produzido por muitos. Pensamos que nossa intenção de abordar essas diretrizes, cada uma em maior ou menor grau, constitui um início adequado para propiciar ao aluno uma imersão nessas questões.

Procedimentos metodológicos

A presente pesquisa foi implementada em duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio, conduzida dentro do contexto profissional de um dos pesquisadores, a saber, as instituições federais de ensino, particularmente o Instituto Federal Catarinense (IFC – Campus Blumenau) e o Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC – Campus Jaraguá do Sul), no segundo semestre de 2015, sendo caracterizada como qualitativa. Para Flick, “esse tipo de pesquisa visa a abordar o mundo “lá fora” (e não em contextos especializados de pesquisa, como os laboratórios) e entender, descrever e, às vezes, explicar os fenômenos sociais “de dentro” [...]” (2009, p. 8).

Os procedimentos adotados foram sinteticamente os seguintes: **1.** Elaboração de uma unidade de ensino composta por: a) um texto sobre os elementos da epistemologia de Lakatos (1979), destinado à discussão da Natureza da Ciência junto aos professores implementadores de nossa proposta; b) três textos sobre o desenvolvimento da Gravitação, contemplando importantes momentos da evolução de seus conceitos sob um olhar epistemológico; c) apresentações eletrônicas para ilustrar os assuntos tratados nos textos e subsidiar as discussões pretendidas; d) atividades baseadas nos assuntos trabalhados, promovendo a discussão em classe para uma melhor apreensão dos elementos estudados. **2.** Busca de parcerias com professores de física em atuação nos Institutos Federais de Educação Científica e Tecnológica, contexto da pesquisa. Essa parceria se caracteriza basicamente pela intenção do professor em participar da pesquisa, desde seu planejamento e implementação da unidade de ensino até as entrevistas. **3.** Acompanhamento da prática dos professores com a unidade de ensino proposta, de modo a obter um importante conjunto de conhecimentos acerca do cotidiano em sala de aula. Esse acompanhamento se deu *in loco*, em todas as atividades. **4.** Avaliação das atividades realizadas junto aos professores e alunos participantes: suas influências, sua recepção, suas dúvidas, dificuldades, e a eficácia geral da dinâmica proposta. **6.** Apontamentos e possíveis conclusões e contribuições para novas implementações.

A unidade de ensino proposta, intitulada “Elementos da Natureza da Ciência em um Estudo sobre a Gravitação”, constituiu-se de um conjunto de três textos e apresentações eletrônicas, para ilustrar e subsidiar sua discussão. Nossa proposta didática buscou valorizar esse conteúdo nas aulas de Física do Ensino Médio, servindo como um complemento, no mínimo, ao conteúdo de Gravitação presente nos livros didáticos, que não costumam permitir ao aluno maiores reflexões a respeito da importância histórica desse episódio, e também sobre aspectos da própria atividade científica (Silva, 2002).

Para a elaboração das apresentações eletrônicas, além de elementos dos textos produzidos e imagens correlatas, foram adaptados trechos de filmes e documentários devidamente editados, para seu uso na apresentação. Utilizou-se trechos do documentário da BBC, *The Story Of Science* (Mosley, 2010), episódio 1, sobre a evolução dos conceitos da cosmologia, do documentário *COSMOS*, episódio 3 (MacFarlane, 2014), da PBS – NOVA, *The Elegant Universe* (Greene, 2003), que contém ilustrações bastante didáticas de elementos da gravidade, e do filme “Einstein and Eddington” (Martin, 2008), sobre o contexto do teste da

Relatividade Geral. O material foi produzido atentando ainda às características de um material significativo, conforme apontamentos de Bob Gowin (1981).

Para construirmos esse conjunto de textos, preocupamo-nos com algumas escolhas didáticas e de contingência, ou seja, de que modo poderíamos redigir uma sequência didática que fosse adequada ao nível de escolaridade do aluno, que permitisse abordarmos os conteúdos pretendidos de modo o mais próximo possível dele. Escolhemos então uma narrativa que, embora adequadamente fundamentada (o *critério de excelência*, de Gowin), fosse suficientemente fluida ao aluno. Nossos propósitos com essa unidade de ensino estiveram genuinamente voltados à facilitação do trabalho com esse assunto (a Natureza da Ciência) pouco familiar neste nível de escolaridade, e pensamos que os materiais produzidos para esse fim devam ter antes uma preocupação de atingir realmente o aluno, do que propriamente se constituir como (mais) um compêndio acadêmico para (mais) um conjunto de conhecimentos que os alunos devem apreender.

Procuramos, como parte do critério de excelência e Gowin, contemplar também outros cuidados correlatos, específicos ao contexto do ensino da Natureza da Ciência, apontados por Forato, Pietrocola e Martins (2011, p. 43), das quais destacamos: *i) cuidado com a seleção do conteúdo histórico; ii) cuidado com o tempo didático; iii) cuidado com a simplificação e a omissão e iv) ter em conta a possível (ou mesmo provável) falta de formação específica do professor.*

Os textos e apresentações constituem três momentos didáticos (um texto e uma apresentação para cada momento), que consideramos como episódios centrais para as discussões pretendidas. O primeiro momento, “*Um despertar na Grécia*”, faz uma contextualização dos temas a serem discutidos, com uma ênfase no contexto da antiga Grécia em relação às tentativas de se compreender o cosmos. Nosso objetivo foi apresentar alguns conceitos importantes para as discussões posteriores, como as hipóteses *ad-hoc* e a sugestão do papel hipotético das teorias científicas. O segundo momento didático, “*A supremacia da gravidade*”, entra mais profundamente nos aspectos relacionados ao enfrentamento de qual teoria é supostamente melhor, ou seja, os procedimentos de escolha entre teorias rivais. Nesse segundo momento didático, abordamos frontalmente os elementos da epistemologia de Lakatos, aproveitando o profícuo contexto do surgimento da Gravitação universal de Newton, momento para ricas discussões a respeito da força de uma teoria (força heurística) e elementos de teste de hipóteses. No terceiro momento, “*A gravidade revisitada*”, essas questões são estendidas ao contexto da fase de regressão da Gravitação newtoniana e progressão da Gravitação einsteiniana, permitindo um aprofundamento dos assuntos referentes à Natureza da Ciência, ilustrados em nosso trabalho pela epistemologia de Lakatos (1979).

O retorno dos alunos

Os resultados gerais, para ambas as turmas onde a unidade foi implementada, foram bastante similares. Apresentaremos a seguir alguns resultados obtidos com a turma A, com um total de 34 alunos e alunas participantes. Deste total, avaliamos nessa pesquisa os questionários de 29 alunos, excluindo 5 que apresentaram questões em branco. Ainda, as atividades completas se constituíram por uma variedade de situações, entre debates, atividades em grupo, e análise de textos sobre a atividade científica. Pela necessidade de concisão, concentramo-nos aqui nas respostas individuais dos alunos a um questionário.

Para que pudéssemos avaliar as aprendizagens esperadas, fizemos uma categorização para cada resposta, como se segue: **1.** Quando a resposta não se relacionava claramente com o

pretendido para a questão, categorizamos essas como “*respostas inconclusivas*” (“0”, na tabela 1 a seguir). **2.** Quando julgamos a resposta do aluno inadequada em relação aos aspectos pretendidos para o tema em discussão, usamos a categoria “*indício fraco*” (“-”, na tabela 1 a seguir). Ou seja, atribuímos um índice fraco de aprendizagem a essas respostas. **3.** Quando a resposta continha alguma inconsistência, mas demonstrava, em seu todo, aspectos considerados adequados em relação ao pretendido, atribuímos um “*indício moderado*” (“+”, na tabela 1 a seguir). **4.** Por fim, quando a resposta demonstrava uma boa desenvoltura, estando significativamente próxima ao pretendido para a questão, usamos um “*indício forte*” (“++”, na tabela 1 a seguir).

As questões oferecidas aos alunos, em certa etapa das atividades, juntamente com os resultados gerais obtidos, são apresentadas na tabela 1, a seguir.

	0	-	+	++
Questão 1 – a) Os antigos gregos se destacaram na história por suas tentativas de explicar a natureza sem recorrer à mitologia, o que ocasionou teorias corretas para os fenômenos observados no céu.	6	3	15	5
Questão 1 – b) Experimentos servem para provar uma teoria.	4	7	16	2
Questão 1 – c) O movimento retrógrado é uma evidência que pode ser utilizada a favor tanto do geocentrismo quanto do heliocentrismo, o que mostra como a observação dos fenômenos naturais não é suficiente para construirmos teorias científicas.	4	4	13	8
Questão 1d) - O cientista, normalmente trabalhando sozinho, observa o mundo e elabora teorias a partir dos dados observados.	1	1	22	5
Questão 1e) - O sistema geocêntrico foi abandonado porque não conseguia explicar nenhum dos fenômenos observados, como o movimento retrógrado e o movimento diário do Sol e da Lua.	1	2	14	12
Questão 1f) - As teorias científicas direcionam nosso olhar para a natureza, ou seja, muitas descobertas científicas na verdade são resultado de uma indicação da teoria, como a descoberta do planeta Netuno.	4	1	19	5
Questão 1g) - O método científico, que os cientistas seguem, consiste em: a) observação dos fenômenos, b) medida de suas grandezas, c) constatação de padrões e d) indução das leis e teorias científicas.	1	4	20	4
Questão 2 - O texto abaixo contém afirmativas inadequadas e também afirmativas adequadas em relação à Natureza da Ciência, de acordo com os assuntos discutidos. Localize cada uma e justifique sua escolha. <i>Ao longo da história da ciência, um dado fenômeno natural foi explicado por diferentes teorias. Mas chega um momento onde uma dessas teorias se mostra superior, fazendo com que outras sejam abandonadas. Uma teoria é abandonada quando surge uma anomalia, ou seja, quando algum dado discordante mostra que a previsão teórica está errada, indicando que a teoria então também está errada. Quando uma previsão é confirmada, a teoria passa a ser provada, passando a ser uma lei inquestionável.</i>	2	0	18	9
Questão 3 - Diga o que você entende por hipótese ad hoc, elaborando alguns exemplos. Hipóteses ad hoc são desejáveis ou indesejáveis para as teorias científicas? Comente.	2	0	15	12
Questão 4 - Diga o que você entende por força heurística, e exemplifique no caso da Gravitação de Newton e da Gravitação de Einstein.	3	3	11	12
Questão 5 - Ao longo da história da ciência, frequentemente diferentes explicações foram dadas para os fenômenos naturais, fazendo surgir teorias rivais, ou seja, que concorrem para a explicação de um mesmo conjunto de fenômenos. Imagine-se sendo um “juiz” ou “juíza” que precisa escolher entre teorias concorrentes. Comente a respeito de quais elementos você usaria para decidir qual delas é melhor.	6	1	16	6
Questão 6 - Os elementos descritos por você, na questão anterior, garantem a escolha pela teoria mais correta ou verdadeira? Comente.	5	2	18	4

Tabela 1 – Resultados gerais a partir da categorização realizada para as respostas dos alunos ao questionário.

Mostramos na tabela 2 abaixo um exemplar de categorização das respostas dos alunos, referente à última afirmativa da primeira questão. Essa questão teve a intenção de fazer o aluno a se manifestar em relação a um suposto método científico bem definido, uma cartilha que os

cientistas seguem em suas pesquisas. O número na resposta se refere ao aluno, identificado deste modo ao longo das atividades de retorno.

Resposta inconclusiva	Comentários
10 - Sim, mas não necessariamente nessa ordem, seguindo um caminho previamente formulado. O método irá variar de acordo com o objeto de estudo.	Essa resposta começa com um Indício fraco de aprendizagem, mas termina com uma afirmação que pode ser vista como adequada. Consideramos então incoerente no todo.
Indício fraco	Comentários
11 - Não necessariamente nessa ordem, muitas vezes algo é proposto antes mesmo de ser testado, a ordem não é essa, mas essa ordem pode ser utilizada sim.	Apesar da indicação adequada de que algo pode ser “proposto antes de ser testado”, a resposta dá muita ênfase na existência de uma ordem, mesmo que não seja “essa”.
Indício moderado	Comentários
01 - [...] Não podemos enumerar esses passos, pois para cada estudo e comprovação haverá distinção. [...] Muitos cientistas não seguem esses passos até porque não há passos certos para chegar na teoria, isso depende do cientista [...].	Boa percepção da ausência de um método definido, apenas com a ressalva (talvez não percebida pelo aluno) de que, ao sugerir que muitos cientistas não seguem esses passos, outros poderiam vir a fazê-lo.
Indício forte	Comentários
02 - Não existe um único método ou um modelo fixo na ciência, porque existem muitas variáveis influenciando como o local e a época. Porém é possível traçar alguns elementos essenciais que são as observações, teorias e corroborações das hipóteses (que pode ser feita de várias formas), entretanto, como discutimos em sala, não existe uma única ordem ou únicos passos. O cientista tem a livre escolha de fazer seu programa de pesquisa conforme for melhor para ele e dependendo do que ele está estudando.	Bom emprego dos termos escolhidos (<i>corroboração das hipóteses</i> no lugar de <i>prova</i> , por exemplo), sugerindo claramente a complexidade da questão e a inexistência de um método universal.

Tabela 2 – Exemplos de respostas dos alunos à sétima afirmativa da primeira questão.

Apesar de termos obtido uma boa visão geral do envolvimento dos alunos ao longo das atividades, e também de algumas dificuldades, fornecemos aos alunos um pequeno questionário para averiguar sua visão a respeito da unidade de ensino trabalhada. Mais especificamente, perguntamos o que os alunos acharam das aulas e do material didático, se eles tiveram alguma dificuldade, e se gostariam que esse tipo de discussão estivesse presente também em outros momentos da disciplina de física. Sobre o que os alunos acharam das aulas, obtivemos respostas como: a) “Achei muito interessante, porque esse assunto é base para quase todos os assuntos de física, seria importante estudá-lo em todos os semestres”, b) “Foram realmente muito construtivas, me auxiliaram a entender e buscar saber mais da Natureza da Ciência. Muitos pontos discutidos foram realmente relevantes e interessantes, mesmo que eu não tenha um bom conhecimento em física”. Sobre o material didático, textos e apresentações eletrônicas: a) “Gostei, os slides são bem sugestivos e interessantes. E sobre os textos, são de alguma forma curto e fazem com que você tenha uma relação com o texto, de querer saber cada vez mais”, b) “Gostei dos textos e também dos materiais eletrônicos. Ambos são completos e de fácil entendimento, ajudaram na compreensão da aula, juntamente com as explicações do professor”, c) “Os textos estavam muito bem elaborados e resumidos, além de bem fáceis de entender. As apresentações de slides estavam muito bem explicadas e com imagens, vídeos e animações que facilitavam a compreensão do assunto”, d) “Muito bons, os textos eram muito explicativos e me chamaram muita atenção. Foram textos realmente muito bons de ler”, e) “Achei que o material didático foi muito bom, e ao mesmo tempo que o professor explicava podíamos opinar

e participar muito da aula, trazendo um ótimo relacionamento nas aulas, despertando o interesse cada vez mais”.

Sobre as dificuldades encontradas ao longo das aulas: a) “A única dificuldade que encontrei foi com a extensão dos conteúdos”, b) “Algo relacionado a ler textos (odeio ler)”, c) “Acho que por ser relativamente bastante coisa, no início eu fiquei confuso, mas depois tudo foi se esclarecendo”, d) “Única coisa, foi alguns termos e assuntos mais específicos da área da física que foram um pouco mais difícil de entender”. Sobre se o aluno gostaria que esse tipo de discussão feita estivesse presente também em outros conteúdos de Física, a maioria das respostas foi positiva, apesar de encontrarmos algumas negativas: a) “Não, pois existe uma grande facilidade em fugir do tema proposto”, b) “Não, pois gosto mais de contas, não sou muito de teorias”, c) “Talvez, pois na maioria das vezes já percebemos automaticamente algumas características e ficar repetindo isso pode acabar deixando a aula tediosa”. Mas entre a maioria de respostas positivas à questão, temos: a) “Sim, pois demonstrou dinâmica ótima, despertando um grande interesse”, b) “Sim, a aula foi bem mais interessante, porque a aula geralmente é uma montanha de fórmulas sem contexto, c) “Sim, porque ajudou de forma mais compreensiva a entender as leis e como elas funcionam, o que acaba propiciando um maior aprendizado, d) “Sim, gostaria. É muito melhor quando sabemos de onde os conteúdos que estão sendo estudados surgiram, e) “Sim, pois a turma tem a oportunidade de interagir mais, sem contar que os materiais foram bem dinâmicos, com vídeos, slides, textos para entendermos a prática e a teoria”, f) “Sim!!! Não apenas em física mas em todas as unidades curriculares, pois isso foi ótimo para compreendermos a Natureza da Ciência. Isso seria muito bom se ocorresse em todas as áreas do nosso curso”.

Ficamos satisfeitos com os resultados gerais, onde os alunos sugeriram uma receptividade bastante positiva em relação à proposta como um todo. Chamou nossa atenção que alguns alunos, cujas respostas indicam uma baixa receptividade, sugeriram que esse tipo de discussão não poderia ser feito em conteúdos com cálculos, “*não tendo muita teoria nem assunto para discutir*”. Ainda, outro aluno sugeriu que prefere os cálculos. Pensamos que isso indica uma concepção inadequada da própria unidade curricular de física, concepção essa causada pelo ensino, naturalmente. Uma parcela considerável dos alunos que demonstraram ser bastante favoráveis às discussões feitas apontaram como essas discussões alteram a imagem que tinham da física. Percebemos como muitos alunos tem uma visão empedernida da física, onde “*a aula geralmente é uma montanha de fórmulas sem contexto*”, citando uma frase que consideramos bastante sugestiva.

CONCLUSÃO

Ao término dessa pesquisa engendramos um conjunto de parâmetros e considerações para uma implementação adequada de nossa proposta. Não é possível fazer aqui a apresentação dessas considerações, mas frisamos alguns pontos correlatos: a) Os alunos utilizam os materiais como consulta confiável para a realização de atividades e consultas várias. Assim, apesar das resistências à leitura (ou devido a essas), por parte do aluno, o professor deve incentivar esses momentos, contornando em parte possíveis deficiências de uma leitura inicial. Mas ficamos satisfeitos com algumas respostas dos alunos que mencionaram o quanto se sentiram estimulados com a leitura, uma vez iniciada. b) Não percebemos um obstáculo significativo relativo à introdução de termos específicos da filosofia da ciência, como os apresentados em relação à epistemologia de Lakatos, a não ser o de *núcleo firme*, que acabou não sendo tão revisitado quanto os demais. Contudo, pensamos que o uso reduzido desses, e apenas os essenciais ao que se propõe, seja um critério de parcimônia desejável, em função de o aluno já

estar sujeito a conteúdos e abordagens pouco usuais para ele. Enfatizamos que a memorização precisa dos termos específicos que aparecem em nossas narrativas sobre a Natureza da Ciência são menos importantes, pensamos, que os processos a que eles se referem. Muitos alunos mobilizaram adequadamente esses termos, como *hipóteses ad hoc* e *força heurística*, mas percebemos que mesmo os alunos que não utilizaram esses termos demonstraram perceber os significados básicos correlatos a eles. c) Os alunos ficaram bastante atraídos com os vídeos exibidos nas apresentações eletrônicas e em boa parte dessas. Mais uma vez, o professor deve atentar e aproveitar esses momentos para retomar os elementos mais centrais das discussões, sempre mantendo o aluno no centro das conversas. d) Por fim, percebemos uma parte considerável dos alunos mudou seu discurso em relação à atividade científica, ainda que pouco sistematizada.

Enfatizamos que cada atividade, cada classe e cada professor, necessitarão de estratégias e andamentos que melhor se adaptem às características daqueles. Mas vemos, em nossa proposta, um ponto de partida fundamentado para outras atividades.

Referências

- FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FORATO, Thaís C. M. ; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto de A. Historiografia e Natureza da Ciência na Sala de Aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1: p. 27-59, abr. 2011.
- GIL PÉREZ, D. et. al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Revista Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.
- GOWIN, B. D. **Educating**. New York: Cornell University Press, 1981.
- GREENE, Brian. **The Elegant Universe**. [Filme-vídeo]. PBS – NOVA, 2003.
- LAKATOS, I. O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa Científica. In: I. Lakatos; A Musgrave (Org.). **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Cultrix, EDUSP, p. 109-243. 1979.
- LEDERMAN, N. G. Nature of Science: Past, present, and future. In: ABELL, S.; LEDERMAN, N. G. **Handbook of research in Science Education**. New York: Routledge, 2007.
- MacFARLANE, Seth; ANN, Druyan; BRAGA, Brannon; TYSON, N. de Grasse. **COSMOS: A Spacetime Odyssey**. Episódio 3: Quando o conhecimento domina o medo. [Filme-vídeo]. National Geographic Channel, Fuzzy Door Productions, 2014.
- MARTIN, Philip. **Einstein and Eddington**. [Filme-vídeo]. Company Television, BBC - British Broadcasting Corporation, 2008.
- MOSLEY, Michael J. **The Story Of Science: episódio 1, “O que há lá fora”**. [Filme-vídeo]. BBC, British Broadcasting Corporation, 2010.
- PENA, Fábio L. A.; FILHO, Aurino R. Relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3: p. 424-438, dez. 2008.
- REZENDE, F.; OSTERMANN, F. A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3: p. 316-337, dez. 2005.

SILVA, T. N.; SANTOS, B. R. G.; BATISTA, G. L. F. Um breve estudo exploratório sobre HFC e o ensino de Física: Quantificação de artigos em eventos e periódicos nacionais. **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Paulo, SP, 2013.

SILVA, Henrique César da. **Discursos escolares sobre Gravitação newtoniana: textos e imagens na física do ensino médio** [tese] / Henrique César da Silva; orientador, Maria José Pereira Monteiro de Almeida. Campinas, SP, 2002.