

unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE BAURU
FACULDADE DE CIÊNCIAS**

Alice Assis

**LEITURA, ARGUMENTAÇÃO E ENSINO DE FÍSICA: ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO
DE UM TEXTO PARADIDÁTICO EM SALA DE AULA**

**Bauru
2005**

ALICE ASSIS

**LEITURA, ARGUMENTAÇÃO E ENSINO DE FÍSICA: ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO
DE UM TEXTO PARADIDÁTICO EM SALA DE AULA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Área de Concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP/Câmpus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência, sob a orientação da Prof^a. Dra. Odete Pacubi Baierl Teixeira.

**Bauru
2005**

Ficha catalográfica elaborada por
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - Bauru

Assis, Alice.

Leitura, argumentação e ensino de física: análise da
utilização de um texto paradidático em sala de aula / Alice
Assis. - Bauru : [s.n.], 2005.
286 f.

Orientador: Odete Pacubi Baierl Teixeira.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista.
Faculdade de Ciências, 2005.

1. Física – estudo e ensino. 2. Leitura. 3. Textos
alternativos. 4. Argumentações discentes e docentes. I –
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II -
Título.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela oportunidade de ter vencido mais essa etapa da minha vida.

Meus agradecimentos, pelas considerações relevantes tecidas na qualificação e na defesa, aos membros da Comissão Examinadora:

Prof^a. Dra. Maria Lúcia Vital dos Santos Abib;

Prof. Dr. Marcelo Carbone Carneiro;

Prof. Dr. Dirceu da Silva;

Prof. Dr. Renato Eugenio da Silva Diniz.

Manifesto especial gratidão:

à Prof^a. Dra. Odete Pacubi Baierl Teixeira pela orientação e dedicação;

ao Prof. Dr. Eder Pires de Camargo pela colaboração e apoio para a realização deste trabalho;

ao Prof. Dr. Washington Luiz Pacheco de Carvalho pelas orientações tecidas no ano de 2003;

à Prof^a. Dra. Ana Maria de Andrade Caldeira pela compreensão demonstrada nos momentos de dificuldades;

aos meus filhos, Gustavo e Natália, pelo amor e apoio em todos os momentos que precisei;

à Adriana Oshiro, pela tradução para o inglês do resumo desta tese;

à minha família, por me apoiar sempre.

Agradeço ainda aqueles que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho de pesquisa.

Enfim, à inesquecível Prof^a. Dra. Aiako Okada (em memória), pelo incentivo inicial que me levou a trilhar este caminho, minha eterna gratidão.

ASSIS, A. **Leitura, argumentação e ensino de física: análise da utilização de um texto paradidático em sala de aula**. 2005. 286f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência, Área de Concentração: Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências, Câmpus de Bauru, Universidade Estadual paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 2005.

RESUMO

Esta pesquisa analisou o uso de um texto paradidático, intitulado “Nosso Universo”, em aulas de Física em uma sala de 3ª série de educação para jovens e adultos, com o objetivo de avaliar as relações dialógicas entre professor e alunos mediadas pela utilização do referido texto. Assim, utilizamos como objeto de análise da presente pesquisa o discurso do professor enquanto mediador da interação alunos-texto, o discurso do aluno enquanto participante de um espaço dialógico de ensino-aprendizagem e a interação entre o professor, os alunos e o texto. Para tal, foram elaboradas duas categorias de análise visando a classificação das argumentações discentes e da intervenção docente provenientes desse contexto específico de sala de aula. A partir dessa classificação foi analisada a dinâmica estabelecida no decorrer da atividade enfocando-se a relação triádica professor/texto/aluno. Os resultados desta pesquisa demonstraram que a relação triádica viabilizou que fossem trabalhados muitos conteúdos de forma contextualizada, bem como a interação entre diversos conceitos científicos, o que propiciou a aprendizagem significativa crítica por parte dos alunos. A atividade mediou ainda a articulação entre os aspectos científicos, tecnológicos, ambientais e sociais, oferecendo condições para que o aluno possa atuar de forma crítica e reflexiva em seu meio social.

Palavras-chave: Leitura e ensino de Física; textos alternativos; argumentações discentes e docentes.

ASSIS, A. **Reading, discourse and physics teaching: analysis of using a paradidactical text in classroom.** 2005. 286p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência, Área de Concentração: Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências, Câmpus de Bauru, Universidade Estadual paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

ABSTRACT

This is a study about a analysis of using a paradidactical text denominated “Our Universe” in Physics classes for young and adults, objecting to evaluate dialogical relations between teachers and students mediated by the text utilization. Thus, the analysis objects are the professor discourse that works as a mediator of student-book interaction, the student discourse while participating of a dialogical teaching-learning space and the interaction among the teacher, the students and the text. Two analysis categories were elaborated objecting to understand the students argumentation characteristics and the teacher intervention that occurs during a class and the dynamic established during the activities (classes) was analysed, focusing the interaction teacher/text/student. The results showed that this interaction possibilities to work many subjects in a contextualized and interacted way and a better critical apprenticeship for students. Scientific, technological, environmental and sociological aspects were articulated, offering conditions for a critical and reflexive actuation of the students in society.

Keywords: Physics reading and teaching; alternative texts; students and teacher’s discourse.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	05
RESUMO	06
ABSTRACT	07
LISTA DE ANEXOS	10
INTRODUÇÃO	11
1 O ENSINO DE FÍSICA	17
1.1. Alguns aspectos relacionados ao ensino de Física	17
1.2 Aprendizagem significativa	22
1.2.1 Contextualizando a aprendizagem significativa	23
1.2.2 Enfocando a aprendizagem significativa sobre um referencial crítico	25
1.2.3 A facilitação da aprendizagem significativa crítica em sala de aula: utilização de textos paradidáticos com a mediação do professor	29
2 O PROCESSO DISCURSIVO E A SALA DE AULA	33
2.1 Tecendo algumas considerações sobre o discurso	33
2.2 A prática discursiva em sala de aula	38
2.2.1 A argumentação como um recurso metodológico de mediação	40
2.2.2 Estabelecendo categorias para o processo interativo no contexto de sala de aula	47
3 TEXTO PARADIDÁTICO E ENSINO DE FÍSICA	54
3.1 Algumas considerações sobre a utilização de textos paradidáticos em sala de aula	54
3.2 O uso de textos de história da ciência no ensino de Física	61
3.3 Algumas considerações sobre a estrutura do texto paradidático utilizado em nossa pesquisa	69
4 A PESQUISA	77
4.1 A metodologia	79
4.2 Os sujeitos da pesquisa	81
4.3 Os instrumentos e os procedimentos utilizados para a constituição dos dados	82
4.4 O estabelecimento das categorias como instrumento para a análise dos dados	84
4.4.1 Caracterizando as argumentações discentes	85
4.4.2 Caracterizando as argumentações docentes	86
5 ANÁLISE DOS DADOS	88
5.1 Análise dos episódios de ensino referentes aos capítulos	89
5.1.1 Capítulo I	90
5.1.2 Capítulo IV	136
5.1.3 Capítulo V	174
5.2. Sistematização da análise dos episódios segundo as características das argumentações discentes e docente	196
5.2.1. Características das argumentações discentes	196
5.2.2. Características das argumentações docentes	200
5.3 Algumas considerações a respeito das relações que permearam as argumentações discentes e docente	204
5.4 Análise da avaliação dos alunos sobre a atividade	209

5.5 Análise das avaliações dos alunos	216
5.5.1 Análise das questões relativas ao Capítulo I	216
5.5.2 Análise das questões relativas ao Capítulo IV	223
5.5.3 Análise das questões relativas ao Capítulo V	225
5.5.4 Análise de uma questão da avaliação final relativa ao Capítulo V	229
6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS	232
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	241
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	247

LISTA DE ANEXOS

1 TEXTO “NOSSO UNIVERSO”

1.1 Anexo I: Capítulo I: O SONHO DE ÍCARO	255
1.2 Anexo II: Capítulo II: O PESO DO CONHECIMENTO	262
1.3 Anexo III: Capítulo III: UNIVERSO É ASSIM...	267
1.4 Anexo IV: Capítulo IV: O SANTO INQUÉRITO	272
1.5 Anexo V: Capítulo V: O GRANDE “REI SOL”	282

INTRODUÇÃO

O ensino de física tem se caracterizado por resoluções automáticas de equações desprovidas de significado conceitual para o estudante (ASSIS e TEIXEIRA, 2003a), dificultando o entendimento dos fenômenos físicos subjacentes.

Um fato surpreendente foi constatado certa vez, quando estava ministrando uma aula sobre conteúdos relacionados à mecânica e coloquei a seguinte pergunta para os alunos: “*Vocês acham importante estudar energia?*”. Parte dos alunos respondeu que não, argumentando: “*não tem nada a ver com a minha vida*”, enquanto os outros alunos julgaram ser relevante em virtude de “*cair no vestibular*” (BENJAMIN, 2000, BENJAMIN e TEIXEIRA, 2001). Essas respostas me surpreenderam e me fizeram questionar a forma como são trabalhados normalmente os conteúdos relacionados à Física, sendo os mesmos reduzidos a um enfoque puramente algébrico, dificultando a compreensão de importantes conceitos no campo da Física. Reafirmando a consideração tecida nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) no que tange aos conhecimentos de Física:

é preciso discutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada (p.23), pois, espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação (p. 22).

Mediante essa premissa, busquei uma forma de trabalhar o conteúdo energia de modo contextualizado, articulando os aspectos científicos, sociais, tecnológicos e ambientais relacionados a esse conteúdo. Coincidentemente, eu havia assistido a uma palestra ministrada pelo biólogo e professor titular da USP, Samuel Murgel Branco, autor do livro “Energia e Meio Ambiente”, uma vez que eu era integrante do curso de “Capacitação de professores de Física representantes de DRE’S”, realizado em São Paulo, promovido pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE), cujo objetivo era o de preparar docentes para a realização de orientações técnicas para professores de Física da DRE (Delegacia Regional de Ensino) da rede estadual de ensino.

Nesse livro, o autor faz um balanço da disponibilidade energética e das várias alternativas para o seu aproveitamento, ressaltando os problemas sociais, ambientais, científicos e tecnológicos relacionados à energia, bom como propõe soluções simples e de

baixo custo para esses problemas. Desse modo, resolvi trabalhar o conteúdo energia, a partir da leitura do referido livro pelos alunos, para que os mesmos pudessem articular esse conteúdo com o seu cotidiano, buscando ainda a formação dos alunos “para a cidadania mais adequada” (BRASIL, 2000, p.23).

Percebendo a conscientização e o envolvimento dos alunos a partir dessa minha experiência vivenciada em sala de aula, optei por realizar o meu trabalho de pesquisa de mestrado, utilizando o referido texto paradidático sobre energia e meio ambiente (BENJAMIN, 2000), em que foram avaliados os resultados da leitura do livro paradidático Energia e Meio Ambiente (BRANCO, 1990), por alunos da 1ª série do Ensino Médio. Essa pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos da leitura com relação às noções de energia consideradas fundamentais, bem como à conscientização dos problemas ambientais, sociais, econômicos, científicos e tecnológicos relacionados à energia.

Embora, nessa pesquisa, tenha ocorrido apenas a interação entre aluno e texto, uma vez que o objetivo da mesma foi o de avaliar os efeitos dessa interação sem a mediação do professor, os resultados foram considerados satisfatórios, pois mostraram avanços nas noções dos alunos relativas aos referidos aspectos, especialmente no que diz respeito à conscientização dos problemas ambientais ligados à energia.

Desse modo, os resultados do trabalho desenvolvido no meu mestrado mostraram que os textos informativos podem viabilizar a articulação entre os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, bem como o estabelecimento da articulação entre diferentes e importantes temas relacionados à Física. Além disso, determinados textos possibilitam a inter-relação entre conteúdos de várias disciplinas, o que os tornam elementos didáticos mediadores da interdisciplinaridade (BENJAMIN, 2000).

Tendo como pano de fundo a minha pesquisa de mestrado (BENJAMIN, 2000), sob a coordenação de um docente da Unesp (Câmpus de Guaratinguetá), foi elaborado um projeto inserido no *Programa de Pesquisa Aplicada para a Melhoria do Ensino Público no Estado de São Paulo* (Fapesp) intitulado “A Leitura como Veículo Promotor da Aprendizagem em Conteúdos de Física” (TEIXEIRA, 2002), que teve como objetivo a introdução da leitura como um aprimoramento didático-pedagógico em aulas de Física.

Envolveram-se no projeto seis professores de Física do ensino médio, que elaboraram o texto denominado “Nosso Universo”, que apresenta uma estrutura não linear, articulando vários conteúdos, dando margem para que sejam discutidos muitos conceitos da Física, de modo que muitos deles não constam em livros didáticos, mas são alvos de questionamentos, despertando assim interesse e curiosidade nos alunos. Articula ainda

conteúdos de várias disciplinas, utilizando a história da ciência para mostrar o caráter dinâmico e provisório dos conhecimentos científicos. Outro fator que o caracteriza, é que o mesmo viabiliza a articulação entre os aspectos científicos, tecnológicos, sociais, históricos e ambientais. Esse texto é constituído por cinco capítulos, apresentando um apêndice ao final de cada um desses capítulos, em que constam informações adicionais sobre alguns conceitos abordados, bem como sugestões de pesquisas em sites, filmes e leituras de livros.

A partir dessas características, supõe-se, *a priori* que, se o referido texto for trabalhado de acordo com uma perspectiva dialógica, pode-se recuperar na escola e particularmente nas aulas de física o interesse por parte dos alunos em conhecer, bem como, produzir contextos de aprendizagem.

Mediante as considerações traçadas anteriormente, acredita-se que a possibilidade da utilização de textos com abordagens que articulem os conteúdos de Física com o cotidiano do aluno possa viabilizar o tratamento interdisciplinar, bem como a formação do aluno, motivando-o a refletir, criar, imaginar e entender melhor os conceitos trabalhados.

Esses textos podem se converter em um material bastante rico podendo propiciar a articulação entre os aspectos científicos, tecnológicos e sociais, bem como o estabelecimento da inter-relação entre diferentes e importantes temas relacionados à Física. Além disso, determinados textos fazem a articulação entre conteúdos de várias disciplinas, o que os tornam elementos didáticos mediadores da interdisciplinaridade (BENJAMIN, 2000).

Nesse sentido, acreditamos que os textos informativos podem se converter em uma ferramenta didática capaz de viabilizar a compreensão do aluno acerca dos conceitos apresentados, produzindo com isso contextos de aprendizagem, bem como instrumentalizar o estudante, a fim de que o mesmo possa interagir reflexiva e criticamente com o seu meio social, desenvolvendo e vivenciando a sua cidadania.

Muitos autores (AZEVEDO, 1999; TERRAZZAN, 2000; ALMEIDA, BABICHAK e SILVA, 2000; RICON e ALMEIDA, 1991; GERALDI, 1984) defendem a utilização de textos paradidáticos em aulas de física no sentido de promover uma relação mais dialógica em sala de aula e, com isso, viabilizar a aprendizagem significativa por parte do aluno.

Entretanto, a construção de um espaço dialógico em sala de aula requer uma mudança de postura do professor superando o discurso autoritário, normalmente utilizado em aulas tradicionais. Vários trabalhos (CAPECCHI E CARVALHO, 2000; DUSCHL, 1998; SARDÁ y SANMARTÍ, 2000; MORTIMER e SCOTT, 2002; COMPIANI, 1996; BOULTER e GILBERT, 1995; MONTEIRO, 2002; MONTEIRO e TEIXEIRA, 2003; SANTOS e

MORTIMER, 2003; SMOLKA, 1991; GOULART et al, 2000; PENTEADO, 2000; MERCER, 1987; AZEVEDO, 1999, ORLANDI, 2002a) tratam do discurso, analisando as diferentes relações interativas em sala de aula. Pretendemos assim desenvolver uma análise da dimensão da comunicação considerando a interação professor-aluno-texto, a partir desses marcos referenciais.

Embora, segundo Orlandi (2001), o discurso pedagógico seja um discurso institucional e, como tal, reflete a ordem social na qual está inserido, em que se mostra autoritário se as relações sociais são autoritárias, a autora sugere a superação desse autoritarismo propondo ao professor que deixe um espaço para o ouvinte em seu discurso, construindo a possibilidade de ele mesmo colocar-se como ouvinte “do próprio texto e do outro” (p.32). Propõe ao aluno “uma maneira de instaurar o polêmico e exercer sua capacidade de discordância”, não aceitando o que “o texto propõe e o garante em seu valor social: é a capacidade do aluno de se constituir ouvinte e se construir como autor na dinâmica da interlocução”, não aceitando o que é dito como verdade inquestionável, bem como a estagnação no seu papel enquanto ouvinte. (p.33)

Desse modo, não só o professor, mas também os alunos devem atuar como “produtores da instância de interlocução”, interagindo simultaneamente, de modo que cada um possa se colocar como sujeito crítico, “mergulhado no social que o envolve”, estabelecendo-se assim, uma relação dialógica em sala de aula. Para tal, é fundamental que haja espaço para que os estudantes exponham as suas idéias, formulem perguntas e trabalhem diferentes pontos de vista.

Segundo Mercer (1987, p.14), a educação “é um processo discursivo sócio-histórico no qual os resultados, do ponto de vista da aprendizagem, são determinados conjuntamente pelos esforços de professores e alunos”. Assim, o papel do professor em sala de aula é fundamental no sentido de introduzir “o aluno no contexto cultural, a partir de um processo de mediação entre as idéias e as concepções do aluno e o saber formal” (MONTEIRO, 2002, p.54). Segundo Sardà e Sanmartí (2000, p.407), por meio de seus argumentos, o professor pode levar o aluno a compreender os conceitos científicos, a racionalidade da ciência através de seu processo de evolução, bem como formar um indivíduo crítico e reflexivo, capaz de optar entre as argumentações que lhes são apresentadas.

Mas é importante salientar que, para tal, não se aplica o discurso autoritário, mas sim o diálogo, “partindo-se da fala e do conhecimento do aluno” (AZEVEDO, 1999, p. 21), de modo que ele seja levado à reflexão por meio de experiências significativas. Dessa forma,

é fundamental o modo como o professor administra esse processo através de seus argumentos, a fim de dar suporte para que o aluno construa o conhecimento.

Sendo assim, é imprescindível que o professor atue como coordenador, organizando “atividades de aprendizagem apoiadas em situações-problema criadas por ele, professor, e cuja resolução pelos alunos será realizada em condições escolares administradas pelo docente, de tal forma a propiciar aos alunos um atuar com o saber” (PENTEADO, 2000, p.79).

Nesse contexto, apresenta-se o seguinte problema para a presente pesquisa: Como o uso de textos paradidáticos em aulas de Física, com a mediação do professor pode favorecer a construção de um espaço dialógico em sala de aula que contribua para a compreensão dos alunos tanto dos conceitos físicos, como de outros conhecimentos que possam vir à tona mediante essa interação?

Assim, será objeto de análise da presente pesquisa o discurso do professor enquanto mediador da interação entre aluno-texto, o discurso do aluno enquanto participante de um espaço dialógico de ensino-aprendizagem, bem como a interação professor/alunos/texto.

Em síntese, o enfoque da nossa pesquisa estará voltado para a relação do tripé professor/texto/aluno no sentido de analisar as relações dialógicas ocorridas numa situação de ensino de Física específica entre professor e alunos mediada pela utilização do texto paradidático “Nosso Universo”.

Para tanto estruturamos o desenvolvimento desta pesquisa da seguinte maneira:

No capítulo 1 tecemos algumas considerações acerca do ensino de Física, destacando a relevância de que os conhecimentos relativos à física sejam tratados de modo a enfocar os seus significados no sentido de transcender a sua dimensão pragmática, inserido em um contexto mais amplo, o que pode viabilizar a formação do aluno enquanto indivíduo crítico e reflexivo. Abordamos ainda, neste capítulo, acerca do papel da linguagem matemática como agente estruturador das teorias científicas. A seguir, destacamos algumas características da aprendizagem significativa crítica, apontando os princípios que viabilizam a facilitação dessa aprendizagem.

No capítulo 2 abordamos alguns aspectos relativos ao processo discursivo, apresentando, em princípio, a relação entre discurso, linguagem e sociedade, destacando a não neutralidade do discurso em virtude da ideologia a ele associada. Abordamos, ainda, as implicações provocadas na análise do discurso, a partir da concepção de sujeito social interpelado pela ideologia, bem como as significações que se fundamentam nas relações

discursivas, destacando algumas formas de discurso que podem ocorrer em uma sala de aula. Por fim, discutimos alguns modelos de discurso que foram utilizados como fundamentos para a elaboração das categorias de análise desta pesquisa.

No capítulo 3 tecemos algumas considerações acerca da utilização de textos paradidáticos em sala de aula, destacando alguns aspectos que exercem influência no modo de leitura de cada sujeito, bem como os elementos que viabilizam o uso dos referidos textos em aulas de Física. A seguir, abordamos alguns argumentos favoráveis sobre o uso de textos históricos no ensino de Física. Destacamos, ainda, algumas implicações pedagógicas relativas ao uso de textos em aulas de Física. Por fim, tecemos algumas considerações sobre a estrutura do texto paradidático “Nosso Universo”, utilizado na presente pesquisa.

A seguir, no capítulo 4, abordamos os aspectos relacionados a nossa pesquisa, destacando que o enfoque da mesma é centrado no tripé professor-aluno-texto, de modo que será analisada essa interação levando-se em conta como o professor e os alunos, mediados pelo recurso envolvendo o texto paradidático “Nosso Universo”, se utilizam do discurso para estruturarem as suas idéias.

No capítulo 5, primeiramente selecionamos, para a análise, alguns episódios de ensino referentes aos capítulos I, IV e V do referido texto. Esses episódios foram escolhidos em virtude dos diferentes domínios trabalhados nos mesmos, ou seja, domínios relacionados aos conteúdos científicos, à história da ciência e à relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, respectivamente. Para tal, estabelecemos duas categorias como instrumentos de classificação das argumentações discentes e docentes, respectivamente. Analisamos também a dinâmica das relações decorrentes da interação entre professor, alunos e texto, no decorrer dos referidos episódios, a fim de avaliarmos se a mesma viabiliza a ocorrência de aprendizagem significativa crítica (compreensão) por parte dos alunos a respeito dos conteúdos trabalhados.

A seguir, analisamos as avaliações dos alunos no sentido de verificarmos se a metodologia utilizada, correspondente ao uso do texto “Nosso Universo” como ferramenta de ensino, com a mediação do professor, pode propiciar contextos de aprendizagem significativa crítica, contribuindo para a compreensão dos conceitos trabalhados no decorrer da atividade, bem como viabilizar que o aluno desenvolva e vivencie a sua cidadania. Por fim, analisamos os comentários dos alunos em suas avaliações escritas sobre a atividade, visando o levantamento dos pontos positivos e negativos da mesma.

Finalmente, no sétimo e último capítulo tecemos as considerações finais a respeito da presente pesquisa.

1. O ENSINO DE FÍSICA

O presente capítulo tece algumas considerações sobre o ensino de Física, destacando a relevância de que os conhecimentos relativos à física sejam tratados e entendidos como instrumentos para a compreensão do mundo, de forma que os seus conteúdos possam ser trabalhados de modo a enfatizar os seus significados no sentido de transcender a sua dimensão pragmática, assumindo, com isso, uma postura decorrente da concepção humanista abrangente (BRASIL, 2000) com o objetivo de preparar o estudante para lidar com as situações que vivencia ou mesmo que possa vir a vivenciar. Esse enfoque, inserido em um contexto mais amplo, pode viabilizar a formação do aluno enquanto indivíduo crítico e reflexivo.

A seguir, são abordadas algumas características acerca da “aprendizagem significativa como um conceito subjacente às teorias construtivistas”, sejam de caráter cognitivistas ou humanistas. Na seqüência, é trabalhada a aprendizagem significativa crítica, destacando-se os oito princípios estabelecidos por Moreira (2000) que fundamentam a facilitação dessa aprendizagem. Os elementos destacados neste capítulo irão nortear a análise das dinâmicas de sala de aula desta pesquisa.

1.1. Alguns aspectos relacionados ao ensino de Física

A busca da superação de um ensino de Física pautado em resoluções automáticas de equações desprovidas de significado conceitual para os estudantes é crescente. Atualmente, tem sido enfatizada a função social do ensino de física, de modo a propiciar “a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (BRASIL, 2002, p.59). Assim, a busca de um ensino de Física “dentro de uma concepção humanista abrangente, tão abrangente quanto o perfil do cidadão que se quer ajudar a construir” (p.61), pode subsidiar ao estudante que o mesmo compreenda e participe do mundo em que vive mesmo após ter concluído o ensino médio.

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. (BRASIL, 2002, p.59)

Assim, o ensino de Física deve viabilizar aos alunos o acesso aos conceitos e leis que proporcionem a compreensão dos conteúdos de forma contextualizada, o que pode fundamentar a formação de um indivíduo crítico e reflexivo. Para tal, se faz necessário que o

professor propicie o entendimento dos conceitos físicos, por meio de discussões acerca dos conteúdos em questão, de modo a instrumentalizar os alunos para que os mesmos possam atuar criticamente em seu meio social.

De acordo com os PCNEM (BRASIL, 2002), as competências para lidar com o mundo físico deveriam ser construídas de forma contextualizada, ou seja, articuladas com competências de outras áreas de conhecimento, bem como com o saber do aluno.

Para Carvalho Junior (2002, p.57)),

No campo da análise de conceitos, leis e hipóteses e de todas as relações decorrentes, a construção dos conhecimentos deve ser feita mediante um diálogo constante entre todos os atores da prática educativa. Essa concepção de ensino entende o professor como mediador entre os vários saberes estabelecidos, cada qual com suas particularidades, fundamentações e campos de validade. São eles: saber do aluno (conceitos prévios), científico, escolar e social.

Em se tratando do saber científico, e mais especificamente, da “Física do físico” (HALBWACHS, 1987), pode-se dizer que a física, em sua forma acabada, apresenta-se como um sistema de natureza teórica, “que se procede transformando proposições de acordo com regras determinadas”, de modo que só é possível “operar essas transformações de forma completa e rigorosa, operando sobre um sistema de noções (ou conceitos) definidas axiomáticamente” (p.78). Esses conceitos são fundamentados em axiomas já constituídos, sendo denominados de modelos teóricos. “O modelo nos permite manejar e modificar a situação de acordo com uma finalidade determinada” (p.78). A realidade a que pertencem as situações físicas é inesgotável, mais complexa e mais rica do que os modelos teóricos dela decorrentes.

Segundo Cudmani e Sandoval (1991), é comum que alguns professores e estudantes não compreendam que as teorias científicas são referentes à “modelos que se constroem sobre a realidade, e não à própria realidade” (p.193). Os autores destacam que nenhuma teoria científica analisa a todas as variáveis que intervém um fenômeno, por mais simples que seja. Entretanto, mesmo que as teorias científicas não sejam “representações icônicas da realidade”, essas são construídas com o objetivo de “predizer, interpretar e explicar” essa realidade, que é “complexa e dinâmica”. Mas, ao se passar da teoria para os fatos, ou dos fatos aos conceitos,

necessita-se não somente da segurança que oferecem as interconexões do sistema do conhecimento físico, mas também, além disso, de guias quantitativos que reforcem o grau de objetividade e exatidão neste salto. A análise dos erros que podem introduzir suposições, métodos de medição, etc, é um critério científico que serve de fundamento epistemológico à adequação quantitativa entre as conceituações teóricas e as situações problemáticas reais que se enfrentam. Esta exatidão e precisão nos ajustes

quantitativos não implica, em absoluto, uma contradição com o carácter perfectível e em permanente desenvolvimento e aperfeiçoamento da ciência (p.194).

Assim, em decorrência da necessidade de uma adequação entre as teorias científicas e as questões empíricas enfrentadas em uma situação concreta, de modo a elaborar explicações mais complexas da realidade, ocorre uma freqüente “revisão e crescimento” dessas teorias. A compreensão dessa relação é de suma importância no ensino, a fim de que os alunos possam compreender “o verdadeiro sentido do conhecimento que a Física tem alcançado sobre o mundo natural” (CUDMANI e SANDOVAL, 1991, p.194).

Com isso, considera-se que o papel do professor no ensino seja o de levar os alunos a essa compreensão, viabilizando aos mesmos o entendimento dos conceitos relativos à Física dentro de uma abordagem abrangente, de modo que os mesmos além de compreenderem esses conceitos, possam compreender os modos pelos quais os mesmos têm se constituído historicamente. Essa abordagem, aliada a uma prática docente que propicie ao estudante a articulação entre o conhecimento de várias áreas, dentro de um contexto dialógico, pode propiciar a formação do mesmo enquanto cidadão capaz de atuar reflexiva e criticamente frente a uma realidade complexa e dinâmica. Além disso, segundo Carvalho Junior (2002, p.54,55), cabe ao professor de Ciências Naturais também propiciar a construção de valores éticos, promovendo a articulação com “toda a dimensão sócio-política, pois a capacidade técnica é indissociável do desenvolvimento da sensibilidade de se aplicar ou não uma determinada tecnologia que, de alguma forma, pode ser nociva à natureza”.

No que diz respeito à prática docente, Halbwachs (1987) destaca que, o aluno, além de ser considerado um “sujeito social”, deve também ser encarado como um “sujeito psicológico”, com um nível intelectual que funciona de modo peculiar. Assim, o ensino de física “deve ter como finalidade a realidade do aluno tal como é e como se desenvolve” (p.80), considerando-se as motivações psicológicas do mesmo, os problemas físicos que podem suscitar ao aluno a partir de suas idéias iniciais, bem como a formação do aluno inserido em seu meio social, cercado de elementos tecnológicos determinados pela cultura científica aliada a sua realidade. Com relação a esse aspecto “cultural”, o autor afirma, partindo do princípio de que a maioria dos alunos não manifesta aptidões ou interesse especial pela física, que o conhecimento a ser adquirido no ensino médio deve promover a preparação do aluno para uma profissão, mas com um “objetivo de consumo, que condiciona as atitudes dos futuros adultos, a fim de enriquecer sua vida pessoal e social” (p.81), de modo a levá-lo à compreensão dos aspectos materiais e sociais relacionados ao seu cotidiano.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) destacam a relevância de que o ensino de ciências seja iniciado por meio de uma abordagem que trate de temas significativos para os estudantes, apresentando a construção do conhecimento dentro de um processo histórico e cultural. Esses autores afirmam ainda que,

Uma vez que o ponto de partida e de chegada é o mundo em que a vida se dá, o conhecimento científico aparece como uma das formas – nem a única nem a mais importante, mas indispensável na atualidade – de atuar e explicar criticamente. Só faz sentido em sua relação com os conhecimentos tanto da cultura prevalente como das outras disciplinas escolares.

Para Cudmani e Sandoval (1991), “a prática docente que promova a análise crítica da construção conceitual da Física” pode funcionar como “ferramenta importante para a compreensão, a valorização e o desenvolvimento de hábitos científicos autênticos nos estudantes” (p.201).

Considera-se, assim, que a articulação entre os saberes do aluno, científico, escolar e social, pode propiciar a compreensão dos conceitos de forma contextualizada, de modo a instrumentalizar o estudante para que o mesmo possa interagir com a sua realidade, de maneira a compreender os fenômenos físicos vivenciados pelo mesmo, relacionando-os com os aspectos sociais, tecnológicos e ambientais.

Mediante essa perspectiva, considera-se fundamental que sejam privilegiados espaços em sala de aula, que possibilitem a discussão dos conceitos físicos, de modo a viabilizar ao aluno o desenvolvimento de competências que promovam o sentido crítico, bem como abstrações essenciais ao pensamento científico e à vida (BRASIL, 2002).

Segundo Matthews (2002), o ensino de ciências, mais do que ser uma educação em ciência (ou treino em ciência), deveria ser uma “educação sobre a ciência” (p.20), argumentando que

O desafio é formar o cidadão de modo que ele possa ter uma relação crítica com a ciência; nem temor infundado nem idolatria, mas relação crítica com algo que é parte intrínseca do processo de humanização e civilização, mas cuja função e papel precisam se tornar parte das preocupações comuns aos humanos (...). (p.20)

Daí a necessidade de uma abordagem metodológica que priorize a compreensão da natureza do conhecimento científico, uma vez que um enfoque histórico, de acordo com os objetivos didáticos, pode favorecer uma base epistemológica mais sólida e coerente para a compreensão do funcionamento da física (ADÚRIZ-BRAVO e MORALES, 2002), bem como dos conceitos e teorias relativos à disciplina (MATTHEWS, 2002). Assim, a compreensão da maneira pela qual o conhecimento científico tem sido historicamente construído parece ser tão importante quanto os conteúdos em si. Desse modo, não é suficiente “ao estudante dominar o

manejo dos conteúdos científicos sem ter uma clara idéia dos seus pressupostos e dos seus limites de validade revelados pelo contexto histórico no qual os mesmos tenham sido desenvolvidos” (MEDEIROS, 1999, apud MEDEIROS, 2000, p.108). Isso pode levar o aluno a perceber o caráter dinâmico da ciência, deixando de encará-la como um dogma inquestionável, bem como adquirir uma “visão de ciência como um produto coletivo e não exclusivamente como produtos de desenvolvimentos individuais” (MEDEIROS, 2000, p.116).

Especificamente com relação às teorias que fundamentam os conhecimentos relativos à Física, é imprescindível que o professor torne claro para os alunos que, segundo Cudmani e Sandoval (1991, p.201)

A Física estrutura seu conhecimento em sistemas conceituais cujos referenciais são modelos simplificados da realidade. O caráter sistêmico de tal elaboração permite a avaliação cruzada de suas proposições, dando lugar a uma rede de interconexões que lhe outorga, ao mesmo tempo, dinamismo e firmeza.

Segundo Carvalho Junior (2002, p.54), “os métodos que os cientistas utilizam para a obtenção e o tratamento de resultados são rigorosos e os mecanismos de controle de experiências permitem uma reprodução das mesmas em qualquer parte do mundo”. Pode-se dizer, com isso, que a maior consistência das explicações científicas comparadas ao conhecimento do senso comum, ocorre porque as representações simbólicas decorrentes da busca do conhecimento científico apresentam uma coerência, assegurando-lhe, mesmo que provisoriamente, uma visão inteligível do mundo (PATY, 2002).

Desse modo, trata-se de o professor mostrar aos estudantes, que a construção das teorias científicas, ou seja, da ciência é “marcada por sua aproximação da verdade, obtida a partir do rigor do método científico, que a ‘retira’ dos fatos científicos indubitáveis e dos experimentos decisivos” (Villani, 1986, p.51). Essa postura do professor pode mediar a superação do conceito de que as teorias científicas correspondem a verdades absolutas (dogmas). Embora seja imprescindível que os alunos superem essa visão, há necessidade de que o professor promova discussões sobre os modelos científicos aceitos atualmente pela comunidade científica, acerca de um determinado assunto. Ressalta-se ainda que, embora seja importante que se estabeleça um diálogo em sala de aula, instigando os alunos a colocarem as suas idéias, acredita-se ser imprescindível que o professor argumente com os alunos que os conhecimentos físicos defendidos atualmente pela comunidade científica se fundamentam a partir de um rigor metodológico, enquanto que o conhecimento espontâneo do aluno (senso comum) não apresenta esse mesmo rigor.

Com isso, de acordo com Carvalho Junior (2002), consideramos que o ensino de Física deve propiciar aos alunos, por meio das atividades realizadas no decorrer das aulas, o

acesso aos “conceitos, leis, modelos e teorias que expliquem satisfatoriamente o mundo em que vivem”, levando-os à compreensão de “questões fundamentais como a disponibilidade de recursos naturais e os riscos de se utilizar uma determinada tecnologia que poderia ser nociva a algum ecossistema” (p.55). Segundo o autor, o trabalho crítico do professor pode levar o aluno à construção de uma mentalidade crítica e questionadora.

Com relação às formalizações matemáticas, cabe ressaltar que, segundo Villani (1986, p.30), uma análise detalhada da história revela que “o papel da matemática ultrapassa o da tradução fiel dos conteúdos científicos da experiência”. Esse autor destaca três contribuições da matemática à física:

- a primeira refere-se a “possibilidade de introduzir uma estrutura adicional não somente nos dados experimentais que, sendo singulares, não podem apresentar continuidade, mas também nas próprias idéias físicas, às vezes mais fracas do que suas expressões matemáticas.” (p.47).

- a segunda corresponde a “introdução de novas entidades matemáticas que puderam ter uma interpretação física realista anteriormente desconhecida” (p.48).

- a terceira é relativa à “introdução da linguagem não-linear com sua bagagem de soluções singulares, estranhas e imprevisíveis, a partir de condições de contorno adequadas” (p.48-9). Isso implica em “abandonar a idéia de que o comportamento de um fenômeno complexo é previsível a partir do comportamento de seus elementos parciais, individuais” (p.49), bem como em “olhar para as condições físicas particulares para obter sugestões de comportamento global” (p.49).

Essas considerações sugerem que não é suficiente que o aluno conheça a matemática enquanto ferramenta para a compreensão dos conceitos científicos, uma vez que a manipulação de equações sem significado conceitual para o aluno, ou, em outras palavras, a falta de articulação das equações com as teorias que as fundamentam, não abre espaço para que ocorram argumentações e discussões em nível conceitual.

1.2. Aprendizagem significativa

Embora existam diferentes enfoques teóricos comumente chamados de teorias de aprendizagem, tais como: a teoria behaviorista de Skinner; a teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget; a teoria da mediação de Vygotsky; a psicologia dos construtos pessoais de Kelly; a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel; a teoria de educação de Novak e o modelo de ensino-aprendizagem de Gowin; a teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird, entre outras, adotamos como referencial teórico para a presente pesquisa a aprendizagem significativa.

Destacamos que, essa escolha se deu em virtude da possibilidade de se tratar a aprendizagem significativa em “distintos referenciais teóricos construtivistas” (MOREIRA, 1997). Segundo esse autor, há sentido em se falar de aprendizagem significativa de acordo com

a construção cognitiva em termos dos subsunçores de Ausubel, dos esquemas de (ação) assimilação de Piaget, da internalização de instrumentos e signos de Vygotsky, dos construtos pessoais de Kelly ou dos modelos mentais de Johnson-Laird (p.14).

O ponto destacado por Moreira a fim de justificar a sua afirmação, é que todas essas “teorias são construtivistas e a aprendizagem significativa subjaz à construção humana” (p.14), afirmando ainda que é possível “considerar a aprendizagem significativa como um conceito subjacente, subentendido, nas teorias construtivistas, sejam elas cognitivistas ou humanistas”.

Para que ocorra a aprendizagem significativa, o fator mais importante é o conhecimento prévio do aluno, bem como que o mesmo apresente uma “predisposição para relacionar de maneira não arbitrária e não literal o novo conhecimento com o conhecimento prévio” (MOREIRA, 2000, p.12). Entretanto, para o autor, isso não basta, argumentando ser necessário promover ao aluno a “aprendizagem significativa crítica”, que pode viabilizar ao aluno

fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela, manejar a informação, criticamente, sem sentir-se impotente frente a ela; usufruir a tecnologia sem idolatrá-la; mudar sem ser dominado pela mudança; conviver com a incerteza, a relatividade, a causalidade múltipla, a construção metafórica do conhecimento, a probabilidade das coisas, a não dicotomização das diferenças, a recursividade das representações mentais; rejeitar as verdades fixas, as certezas, as definições absolutas, as entidades isoladas. (p.13)

Assim, consideramos para a nossa pesquisa a aprendizagem significativa dentro de uma perspectiva crítica, a fim de formar um aluno que saiba lidar com os elementos culturais, sociais e tecnológicos que o rodeiam, reflexiva e criticamente, de modo a não ser subjugado pelos mitos e ideologias presentes em seu meio social.

1.2.1. Contextualizando a aprendizagem significativa

Atualmente, como indica Moreira (1997), pouco se fala sobre estímulo, resposta, reforço positivo, objetivos operacionais, instrução programada e tecnologia educacional no contexto educativo (visão comportamentalista-behaviorista de ensino-aprendizagem). Os referidos conceitos fazem parte de uma época na qual o ensino e a aprendizagem eram enfocados em termos de estímulos, respostas e reforços, não de significados. Hoje em dia

defende-se com muita frequência a seguinte idéia: um bom ensino deve ser construtivista, promover a mudança conceitual e facilitar a aprendizagem significativa (MOREIRA, 1997).

Segundo Ausubel (1963), a aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse contexto entende-se que o fator que mais influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe, ou seja, o seu conhecimento prévio, e isso parece ser um consenso entre a maioria das teorias de ensino/aprendizagem. É o conhecimento que o aluno possui que determina em grande parte o quanto ele pode aprender (MOREIRA, 1997).

Retomando, aprender significativamente um determinado conteúdo se caracteriza pela interação entre conhecimentos novos e prévios. Em tal interação, o novo conhecimento deve relacionar-se de maneira não arbitrária e substantiva (de modo não literal) com aquilo que o aprendiz já sabe, e esse, por sua vez, deve apresentar uma pré-disposição (intencionalidade) para aprender.

A "não arbitrariedade" representa que o relacionamento entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio não está relacionado a qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, denominados por Ausubel (1963) de "subsunçores". Subsunçor se origina da palavra subsumir, o que significa: incluir-se num todo mais amplo (MOREIRA, 1997).

A "substantividade" está relacionada ao fato de que a aprendizagem significativa não ocorre de maneira literal, "ao pé da letra". Substantividade significa que "o que é incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo conhecimento, das novas idéias, e não as palavras precisas usadas para expressá-las" (MOREIRA, 1997).

Como aponta Moreira (1997), a questão da subjetividade refere-se à essência do conhecimento aprendido, isto é, quando um indivíduo aprende de maneira significativa, o mesmo não internaliza o conhecimento novo de modo literal, idêntico. Em sua estrutura cognitiva ele vai colocar também os seus significados, as suas interpretações.

Três outras características acerca da aprendizagem significativa a serem ressaltadas são as seguintes (MOREIRA, 1997).

- (1) Aprender significativamente um determinado conteúdo, não implica necessariamente em aprender corretamente de acordo com um determinado referencial esse conteúdo.
- (2) Aprender significativamente um determinado conteúdo, não implica em adquirir um conhecimento que nunca será esquecido.

(3) Existe uma crença ingênua que afirma que um determinado conteúdo só será aprendido significativamente se for o conteúdo que o aprendiz mais gosta.

Como aponta Moreira (2000), é da interação entre o conhecimento novo e o conhecimento prévio que emergem, para o aprendiz, os significados dos materiais potencialmente significativos (ou seja, suficientemente não arbitrários e relacionáveis de maneira não-arbitrária e substantiva a sua estrutura cognitiva), e é também nessa interação que o conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados.

A aprendizagem é dita mecânica ou automática quando o material de aprendizagem é relacionável à estrutura cognitiva somente de maneira arbitrária e literal (MOREIRA, 1997). Como exemplo pode-se considerar a memorização sem reflexões, sem significados e sem interação com a estrutura cognitiva como um todo. Em outras palavras, memorização de fórmulas, textos, questões etc, sem reflexão, sem contextualização. Portanto, a diferença básica entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica está na relacionabilidade à estrutura cognitiva: não arbitrária e substantiva versus arbitrária e literal (MOREIRA, 1997).

Nesse contexto, há necessidade de que sejam desfeitos alguns mitos relacionados a uma certa dicotomia entre exposição de conteúdos e aprendizagem significativa. Por exemplo, a aprendizagem receptiva é aquela que ocorre através do processo pelo qual o conteúdo que vai ser aprendido é entregue ao aprendiz em sua forma final. Nesse tipo de aprendizagem o sujeito não tem que fazer descobertas, ele tem que usar o conhecimento prévio e fazer a interação entre o conhecimento prévio com o conhecimento novo que pode, por meio de exposições, estar chegando a ele da maneira mais motivadora possível. Em outras palavras, a exposição de explicações acerca de determinados conceitos pode motivar os alunos a aprenderem e se eles estiverem motivados no sentido de dar significados e possuem um conhecimento prévio acerca do conceito exposto, não há problemas em se utilizar exposições como um instrumento de mediação entre os conhecimentos prévios e novos.

Buscando uma síntese, para que ocorra aprendizagem significativa duas condições devem ser consideradas:

- 1) O material de ensino deve ser potencialmente significativo, o que implica dizer que o sujeito deve ter um conhecimento prévio adequado para aprender o conteúdo específico.
- 2) O sujeito deve apresentar predisposição em aprender, o que implica dizer que ele deve estar motivado para aprender, e isso, bem explicado, relaciona-se com o ato de querer e não com o ato de gostar.

1.2.2. Enfocando a aprendizagem significativa sobre um referencial crítico

Para Moreira (2000) abordar a aprendizagem significativa sobre um referencial crítico representa compreendê-la como uma aprendizagem que permite ao sujeito “fazer parte de sua cultura, e ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias” (p.4). Por meio da aprendizagem significativa crítica, o sujeito pode manejar as informações criticamente, sem sentir-se impotente frente às mesmas. Para tanto, Moreira (2000) aponta oito princípios que seriam necessários para a facilitação da referida abordagem de aprendizagem significativa:

1) Princípio da interação social e do questionamento: Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas (p.5).

Para a consumação de um episódio de ensino, Moreira (2000) aponta que a interação social é um fator indispensável. Esse episódio se dá “quando professor e aluno compartilham significados em relação aos materiais educativos do currículo” (GOWIN, 1981, apud MOREIRA, 2000, p.5). Da negociação de significados acerca dos materiais educativos do currículo entre aluno e professor resulta o compartilhar significados e, como aponta Moreira (2000), tal negociação deve ser representada por uma constante troca de perguntas ao invés de respostas. Para Moreira (2000, p.5), “quando o aluno formula uma pergunta relevante, apropriada e substantiva, ele utiliza seu conhecimento prévio de maneira não-arbitrária e não-literal, e isso é evidência de aprendizagem significativa”.

2) Princípio da não centralidade do livro texto:

É importante aprender a partir de distintos materiais educativos (documentos, artigos, textos paradidáticos, etc), pois é necessário buscar vários referenciais para o tratamento do conteúdo, evitando-se dessa forma, o surgimento de visões relacionadas ao livro texto como armazenador de todo conhecimento. Como aponta Moreira (2000, p.6), a “ utilização de materiais diversificados e cuidadosamente selecionados, ao invés da “centralização” em livros texto, é também um princípio facilitador da aprendizagem significativa”. Não se trata, porém de excluir o livro didático, mas é importante a utilização de outros materiais, a fim da superação da visão do referido livro como o transmissor de verdades e certezas, em capítulos.

3) Princípio do aprendiz como perceptor/representador:

Neste princípio, a questão central é que o aluno deve ser tratado como um perceptor e representador do mundo, ou seja, implica que o mesmo percebe e representa o mundo de acordo com o que o mundo lhe parece ser, isto é, de acordo como ele percebe o mundo. Assim, como as percepções dos alunos se originam de suas percepções prévias, que são únicas, cada um percebe de modo único o que lhe é ensinado (Moreira, 2000, p.7). Segundo Benjamin (2000), é importante que o professor se conscientize que as “interpretações

ou atribuição de significados” por parte dos alunos “não são uniformes”, pois, de modo geral, o mesmo acredita que “todos os estudantes vão interpretá-lo da mesma maneira, o que na realidade não acontece, uma vez que, cada aluno atribui significados de acordo com a sua história de vida” (p.57). Além disso, considerando-se o fato de que o professor também é “um perceptor e o que ensina é fruto de suas percepções” (MOREIRA, 2000, p.7), a comunicação entre aluno e professor só é possível na medida em que esses dois perceptores busquem a percepção dos materiais do currículo de modo semelhante.

Para Moreira (2000, p.7)

A aprendizagem significativa crítica implica a percepção crítica e só pode ser facilitada se o aluno for, de fato, tratado como um *perceptor* do mundo e, portanto, do que lhe for ensinado, e a partir daí um *representador* do mundo, e do que lhe ensinamos.

4) Princípio do conhecimento como linguagem:

É importante perceber que a linguagem não é neutra, expressando e refletindo o pensamento, estando totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade (POSTMAN e WEINGARTNER, 1969, apud MOREIRA, 2000). No presente contexto, aprender significativamente a ciência, “implica aprender sua linguagem e, em consequência, falar e pensar diferentemente sobre o mundo” (MOREIRA, 2000, p.8).

5) Princípio da consciência semântica:

Esse princípio implica em perceber que o significado está nas pessoas e não nas palavras. O significado de cada palavra é dado pelas pessoas. Quando se fala em “cadeira” cada indivíduo tem sua representação e o seu significado para essa palavra. Destaca-se novamente a partir da presente discussão a importância do conhecimento prévio na aquisição de novos significados. Como aponta Moreira (2000, p.9), durante o processo que caracteriza a aprendizagem significativa “professor e aluno devem ter consciência semântica, (i.é., o significado está nas pessoas, as palavras significam as coisas em distintos níveis de abstração, o significado tem direção, há significados conotativos e denotativos, os significados mudam)”. A condição para a aprendizagem significativa é que ocorra a “atribuição de significados conotativos, idiossincráticos (é isso que significa incorporação não-literal do novo conhecimento à estrutura cognitiva)” (p.9).

A partir do desenvolvimento da chamada “consciência semântica”, a aprendizagem pode ser significativa e crítica, uma vez que

o aluno não cairá na armadilha da causalidade simples, não acreditará que as respostas têm que ser necessariamente certas ou erradas, ou que as decisões são sempre do tipo sim ou não. Ao contrário, o indivíduo que aprendeu significativamente dessa maneira, pensará em escolhas ao invés de decisões dicotômicas, em complexidade de causas ao

invés de supersimplificações, em graus de certeza ao invés de certo ou errado. (MOREIRA, 2000, p.9)

6) Princípio da aprendizagem pelo erro:

Neste princípio, Moreira (2000) destaca que o homem aprende corrigindo seus erros, que o que era correto anteriormente não necessariamente precisa ser hoje, que a ciência trabalha com modelos e não com verdades, que tais modelos podem ser questionados, podem mudar, podem voltar a ser defendidos posteriormente. Em outras palavras, é preciso, aos professores, o abandono do estigma da resposta certa, e aos alunos a coragem para errar, ou seja, assumir riscos sem medos. Como aponta Moreira (2000, p.10), a escola “pune o erro e busca promover a aprendizagem de fatos, leis, conceitos, teorias, como verdades duradouras. (Professores e livros de texto ajudam muito nessa tarefa)”. Ao fazer isso, a escola “dá ao aluno a idéia de que o conhecimento que é correto ou definitivo é o conhecimento que temos hoje do mundo real, quando, na verdade, ele é provisório, ou seja, errado”.

Para Moreira (2000) seria mais conveniente a existência de professores detectores de erros, na tentativa de ajudar o aluno “a reduzir erros em seus conhecimentos e habilidades”, buscando levá-lo a também atuar como detector de erros. Essa postura remete ao conceito de aprendizagem significativa crítica, uma vez que “buscar sistematicamente o erro é pensar criticamente, é aprender a aprender, é aprender criticamente rejeitando certezas, encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação” (p.10).

7) Princípio da desaprendizagem:

Este princípio aponta para a importância da percepção de que, para que algumas informações sejam compreendidas é necessário que outras não sejam utilizadas. Exemplo: Para a aprendizagem de fenômenos relacionados à mecânica quântica, conceitos centrados à mecânica clássica devem ser deixados à parte. Em outras palavras, para casos como o citado, o subsunçor de mecânica clássica poderia representar um obstáculo à compreensão de fenômenos quânticos, e, portanto, deveria não ser utilizado pelo aprendiz.

Para Moreira (2000, p.11), é preciso não usar “conceitos e estratégias que são irrelevantes para a sobrevivência em um mundo em transformação, não só porque são irrelevantes, mas porque podem se constituir, eles mesmos, em ameaça à sobrevivência”. Assim, é necessário “aprender a distinguir entre o relevante e o irrelevante, i.é, desaprendê-lo”, o que implica em aprendizagem significativa crítica. A facilitação de tal aprendizagem, de acordo com Moreira (2000), deveria ser função da escola na sociedade tecnológica contemporânea.

8) Princípio da incerteza do conhecimento:

De acordo com esse princípio, é preciso aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que as definições e metáforas são instrumentos para pensar.

Segundo Moreira (2000), o presente princípio é fundamentalmente síntese dos princípios relacionados com a linguagem. Baseia-se no fato de que “Definições, perguntas e metáforas são três dos mais potentes elementos com os quais a linguagem humana constrói uma visão de mundo” (POSTMAN, 1996, apud MOREIRA, 2000, p.11).

Seria adequado que o aluno aprendesse que “as definições são invenções ou criações humanas, que tudo o que sabemos tem origem em perguntas e que todo nosso conhecimento é metafórico” (MOREIRA 2000, p.11). Perguntas são instrumentos de percepção, ou seja, a natureza de uma pergunta determina a natureza da resposta. Definições são instrumentos do pensamento sem autoridade fora do contexto para o qual foram inventadas. As metáforas são, da mesma forma, instrumentos utilizados para pensar. Entretanto, os alunos não são ensinados de modo a perceber isso. Em sua formação escolar, os alunos trabalham com definições como se fizessem parte do mundo natural. Para aprender criticamente alguma definição de maneira significativa, além de lhe atribuir significado por meio da interação com um determinado subsunçor, é preciso percebê-la como uma definição que foi criada para um determinado fim, o que não impede que as definições alternativas também sirvam ao mesmo fim (POSTMAN, 1996, apud MOREIRA, 2000). Na perspectiva descrita, o conhecimento produzido por meio de perguntas e expresso através de definições e metáforas deveria ser encarado como incerto, já que poderia ser diferente se os elementos considerados (perguntas, definições e metáforas) não fossem os mesmos ou surgissem em contextos distintos. Assim,

A nossa visão de mundo é construída primordialmente com as definições que criamos, com as perguntas que formulamos e com as metáforas que utilizamos. Naturalmente, esses três elementos estão inter-relacionados na linguagem humana. (p.12).

Na seqüência, serão discutidas as condições para a facilitação da aprendizagem significativa em sala de aula na perspectiva da utilização de textos paradidáticos com a mediação do professor.

1.2.3. A facilitação da aprendizagem significativa crítica em sala de aula: utilização de textos paradidáticos com a mediação do professor

Para abordar acerca da facilitação da aprendizagem significativa crítica, considera-se fundamental destacar que, segundo Novak (apud MOREIRA, 1997), “a aprendizagem significativa subjaz à construção do conhecimento humano e o faz integrando positivamente pensamentos, sentimentos e ações, conduzindo ao engrandecimento pessoal” (p.14).

Essa abordagem fundamenta-se em dois pressupostos: (1) o conhecimento é construído na interação entre homem e objeto; (2) nesse processo de construção do conhecimento o homem é ativo. Em outras palavras, pode-se afirmar que a construção do conhecimento humano se dá por meio da indissociável interação entre a experiência sensorial e o raciocínio, ou seja, o conhecimento somente pode ocorrer a partir da experiência sensorial e da elaboração interna. Esse referencial de construção do conhecimento humano mantém estreitas relações com o conceito de aprendizagem significativa, que afirma que a mesma se dá na relação entre conhecimentos novos e prévios, por meio da disposição do indivíduo em atribuir significados.

De acordo com o modelo de ensino de Gowin (1981, apud MOREIRA, 1997), há uma "relação triádica entre professor, materiais educativos e aprendiz" (MOREIRA, 1997, p.16). Para ele, o compartilhar significados entre professor e alunos acerca de um determinado objeto, caracteriza um episódio de ensino e aprendizagem. Assim, em um episódio de ensino, por meio de materiais educativos, o professor atua intencionalmente a fim de modificar significados da experiência do aluno.

Desse modo, o mesmo apresenta ao aluno os significados já compartilhados pela comunidade, como por exemplo, a científica, que por sua vez, mediante uma disposição em aprender, também atua intencionalmente no sentido de compreender esses significados. Se o aluno não alcançar essa compreensão, o professor deve, mais uma vez, apresentar, de uma outra maneira, os referidos significados. O episódio de ensino é consumado na medida em que professor e aluno compartilham os significados.

Desse modo, segundo Moreira (1997, p.16),

Se é alcançado o compartilhar significados, o aluno está pronto para decidir se quer aprender significativamente ou não. O ensino requer reciprocidade de responsabilidades, porém aprender de maneira significativa é uma responsabilidade do aluno que não pode ser compartilhada pelo professor.

Assim, como mencionado anteriormente,

para aprender significativamente, o aluno tem que manifestar uma disposição para relacionar, de maneira não-arbitrária e não-literal (substantiva), à sua estrutura cognitiva, os significados que capta a respeito dos materiais educativos, potencialmente significativos, do currículo. (MOREIRA, 1997, p.16)

Nesse sentido pretende-se, neste trabalho, analisar se os conhecimentos veiculados no texto "Nosso Universo", com a mediação do professor, proporcionam situações de ensino que levem à aprendizagem significativa. Assim, apresenta-se a seguinte questão sintética que procura explicitar o objetivo central do presente trabalho no referencial de aprendizagem

significativa, já discutido: A utilização de textos paradidáticos, com a mediação do professor, pode facilitar a ocorrência de episódios de ensino e de aprendizagem significativa?

Mediante esses pressupostos teóricos, ressaltamos alguns aspectos relacionados à aprendizagem significativa que levaremos em consideração para a análise da dinâmica das interações estabelecidas no decorrer da atividade relativa à presente pesquisa. Assim, será considerado que aprender significativamente um determinado conteúdo se caracteriza pela interação entre conhecimentos novos e prévios (MOREIRA, 1997). Nessa interação, o conhecimento novo adquire significados para o aluno e o conhecimento prévio é enriquecido, tornando-se mais elaborado em termos de significados, bem como mais estável (MOREIRA, 2000).

Nesse processo os seguintes aspectos são fundamentais para que ocorra a aprendizagem significativa:

- A aprendizagem significativa se dá quando o novo conhecimento ancora-se em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno (MOREIRA, 1995);

- O novo conhecimento se relaciona de forma não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do aluno (MOREIRA, 1997).

- Para que ocorra aprendizagem significativa, é necessário que o material utilizado, no caso o texto “Nosso Universo”, seja potencialmente significativo para o aluno, ou seja, que o mesmo possa ser incorporado à estrutura cognitiva do aluno de modo não arbitrário e não literal. Isso implica “não só que o material seja suficientemente não arbitrário em si, de modo que possa ser aprendido, mas também que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados” (MOREIRA, 1995, p.6). Assim, o aluno deve ter um conhecimento prévio adequado para aprender o conteúdo específico.

- Para que ocorra aprendizagem significativa o aluno deve apresentar uma predisposição (intencionalidade) para aprender, ou seja, “uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o novo material, potencialmente significativo, a sua estrutura cognitiva” (MOREIRA, 1995, p.6). Para tal, é necessário que o aluno esteja motivado para aprender, o que está vinculado ao ato de querer aprender.

- Aprender significativamente um determinado conteúdo, não implica necessariamente em aprender corretamente de acordo com um determinado referencial esse conteúdo.

- Aprender significativamente um determinado conteúdo, não implica em adquirir um conhecimento que nunca será esquecido.

Mediante os referidos aspectos e características, pode-se dizer que é da interação entre o conhecimento novo e o conhecimento prévio que emergem, para o aprendiz, os significados dos materiais potencialmente significativos, bem como que o conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados, ocorrendo assim uma aprendizagem significativa. Entretanto, se o material de aprendizagem for relacionável à estrutura cognitiva apenas de maneira arbitrária e literal, a aprendizagem é dita mecânica, ocorrendo memorizações sem reflexões, significados e interação com a estrutura cognitiva (Moreira, 2000).

Na medida em que o nosso trabalho está relacionado à utilização de um recurso metodológico relacionado à leitura do texto paradidático intitulado “Nosso Universo” nas aulas de física, no sentido de analisarmos os resultados decorrentes da relação triádica entre o professor, os alunos e o referido texto, optamos por avaliar a compreensão dos alunos a partir da referida interação, sob a ótica da aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2000). Assim, será analisado se a postura do professor aliada à utilização do texto “Nosso Universo” pode mediar a facilitação da referida aprendizagem por parte do aluno fundamentada nos oito princípios anteriormente destacados, no presente capítulo, por Moreira (2000).

Com isso, a partir dos argumentos dos alunos, procuraremos identificar se os mesmos demonstram que da interação entre os conhecimentos prévios e os novos, abordados no texto e emergentes das discussões mediadas pelo professor, constituem-se novos significados para os estudantes, de modo que os novos conhecimentos passam a ser significativos para os mesmos e os prévios são enriquecidos, tornando-se mais elaborados em termos de significados, bem como mais estáveis.

Desse modo, a partir do momento em que o aluno estabelecer a articulação entre o novo conhecimento e o seu conhecimento prévio, consideraremos a ocorrência de aprendizagem significativa por parte do mesmo. Entretanto, é importante destacar que o resultado dessa relação pode ser diferente para cada um, uma vez que a atribuição de significados depende diretamente da maneira como cada aluno estabelece a referida articulação. Assim, destacamos que nem sempre a compreensão do aluno acerca de um determinado conceito, decorrente da relação entre as idéias prévias e o novo conhecimento, por ele estabelecida, corresponde à compreensão do conceito de forma coerente com as explicações atualmente aceitas pela comunidade científica.

2. O PROCESSO DISCURSIVO E A SALA DE AULA

O presente capítulo destaca alguns aspectos relacionados ao processo discursivo, abordando inicialmente as relações entre discurso, linguagem e sociedade, explicitando as manifestações ideológicas associadas à linguagem e por consequência a sua não neutralidade. Discute, ainda, as implicações que a concepção de sujeito social interpelado pela ideologia provoca na análise de discurso, como se dá a formação da linguagem para a referida concepção de sujeito e a interpretação de significação que se fundamenta nas relações discursivas, apresentando algumas formas discursivas que podem se enquadrar em uma sala de aula. A seguir são discutidos os modelos de análise de discurso que servirão de subsídios para a elaboração das categorias de análise referentes à presente pesquisa.

2.1. Tecendo algumas considerações sobre o discurso

Segundo Orlandi (2002a), embora a análise do discurso tenha interesse tanto pela língua quanto pela gramática, trata do discurso, cuja palavra apresenta a idéia de curso, percurso, palavra em movimento, de modo a compreender a língua como “parte do trabalho social geral, constitutivo do homem e da sua história” (p.15).

Na análise do discurso, a linguagem é mediadora entre o homem e a sua “realidade natural e social” (p.15), tratando a língua como um sistema material, com modos de significação, considerando assim, os “processos e as condições de produção da linguagem” (p.16), ou seja, a linguagem enquanto discurso, segundo Brandão (2002), não é neutra, inocente ou natural, mas “um modo de produção social” (p.12), privilegiando assim, a “manifestação da ideologia”. Segundo Pêcheux (1997), “a língua se traduz pelo fato de que todo processo discursivo se inscreve numa relação ideológica de classes” (p.92).

Para Bakhtin (1995), a língua, como todo signo, é determinada pela ideologia, que é “reflexo das estruturas sociais” (p.15), correspondendo a um “fato social, cuja existência se funda nas necessidades da comunicação” (p.14). Um dos elementos essenciais da comunicação é a linguagem, sendo a palavra um “fenômeno ideológico por excelência” (p.36).

Oliveira (2003) afirma que a análise do discurso

entende que o sentido não é dado *a priori*, mas constituído no discurso e considerado em “relação a”, pois as palavras mudam de sentido conforme a posição de quem as emprega, isto é, tomam sentido em referência às formações ideológicas.

É importante ressaltar que as noções de ideologia consideradas em questão correspondem às explicitadas por Brandão (2002, p.26,27):

De um lado, temos uma concepção de ideologia geralmente ligada à tradição marxista, que apresenta o fenômeno ideológico de maneira mais restrita e particular, entendendo-o como o mecanismo que leva ao escamoteamento da realidade social, apagando as contradições que lhes são inerentes.

Esse tipo de discurso, denominado ideológico, é utilizado para legitimar e perpetuar o poder de uma determinada classe (dominante) ou grupo social.

De outro lado, temos uma noção mais ampla de ideologia que é definida como uma visão, uma concepção de mundo de uma determinada comunidade social numa determinada circunstância histórica.

Essa noção mais abrangente de ideologia leva à vinculação entre linguagem (signo) e ideologia (sentido), uma vez que “a primeira é uma das instâncias mais significativas em que a segunda se materializa” (p.27).

A segunda noção de ideologia leva à compreensão de que a linguagem é o lugar em que a mesma se manifesta concretamente, ou seja, a partir da idéia de que “a materialidade específica da ideologia é o discurso e a materialidade específica do discurso é a língua”, a análise do discurso “trabalha a relação língua-discurso-ideologia” (ORLANDI, 2002a, p.17). Essa relação pode ser complementada pelo fato de que o sentido de um discurso “é determinado pelas posições ideológicas que estão em jogo no processo sócio-histórico” (PÊCHEUX, 1997, p.160) em que o sujeito está inserido.

Esse caráter material do sentido se constitui na sua dependência do que Pêcheux (1997) denomina “o todo complexo das formações ideológicas” (p.160), especificando essa dependência por meio das seguintes teses:

1) O significado de uma palavra, expressão, etc, “é determinado pelas posições ideológicas que estão em jogo no processo sócio-histórico” (p.160) em que as mesmas são produzidas, ou seja, o sentido dessas palavras, expressões etc, variam de acordo com as “posições sustentadas” por quem as utilizam, adquirindo um “sentido de referência” determinado pelas “formações ideológicas” em que essas posições estão inscritas.

Pêcheux chama de “formação discursiva” o que, mediante uma dada formação ideológica, determina o que pode ser dito.

2) “Toda formação discursiva dissimula, pela transparência do sentido que nela se constitui sua dependência” com relação ao interdiscurso (“todo complexo com dominante”), que corresponde a todo o conjunto de formulações já produzidas e esquecidas que determinam o que se diz. Isso significa que toda “formação discursiva” dissimula a objetividade material do

interdiscurso, “que reside no fato de que ‘algo fala’ sempre ‘antes, em outro lugar e independentemente’, isto é, sob a dominação do complexo das formações ideológicas”. Desse modo, “o funcionamento da ideologia em geral como interpelação dos indivíduos em sujeitos” de seu discurso realiza-se por meio do “complexo das formações ideológicas”, fornecendo “‘a cada sujeito’ sua ‘realidade’, enquanto sistema de evidências e de significações percebidas – aceitas – experimentadas” (p.162).

Sendo assim, a análise do discurso corresponde a um efeito de sentidos produzidos em determinadas condições, havendo uma relação entre a linguagem e o contexto de sua produção. Segundo Orlandi (2001), a análise do discurso corresponde a uma “teoria crítica que trata da determinação histórica dos processos de significação” (p.12), trabalhando assim, “os processos e as condições de produção de linguagem”. Brandão (2002, p.89) propõe, a partir das idéias de Courtine (1981) e Pêcheux (1997), a seguinte definição para as condições de produção de linguagem: “constituem a instância verbal de produção do discurso: o contexto histórico-social, os interlocutores, o lugar de onde falam, a imagem que fazem de si e do outro e do referente”.

A análise do discurso prioriza a compreensão do processo discursivo, problematizando a atribuição de sentidos, buscando expor a materialidade dos sentidos, bem como os processos de constituição dos sujeitos que instituem o funcionamento discursivo do texto (ORLANDI, 2001, p.13).

Na análise do discurso, a concepção de sujeito deixa de ser imanente, de modo que o sujeito da linguagem não é o sujeito em si, mas o sujeito social, “interpelado pela ideologia”. Desse modo, não corresponde à fonte absoluta do sentido, pois “na sua fala outras falas se dizem” (BRANDÃO, 2002, p.92). Essa noção de sujeito denota que para que seja possível a realização da análise do discurso, torna-se necessário a superação da ilusão de ser o sujeito, a fonte, a origem de seu discurso. Segundo Orlandi (2002a, p.35):

embora se realizem em nós, os sentidos apenas se representam como originando-se em nós: eles são determinados pela maneira como nos inscrevemos na língua e na história e é por isso que significam e não pela nossa vontade.
Quando nascemos os discursos já estão em processo e nós é que entramos nesse processo. Eles não são origem em nós.

Segundo Lemke (1997, p.112), quando um sujeito constrói “um significado ou uma relação de significados entre itens temáticos utilizando a linguagem”, está simplesmente “reconstruindo” fundamentado num modelo que alguém construiu antes dele. Ele pode não usar exatamente as mesmas palavras, mas produz o “mesmo padrão de significado”.

A ilusão de o sujeito ser a fonte do sentido é superada mediante a percepção de que qualquer formação discursiva pertence a uma determinada formação ideológica, formação essa que determina o que pode e deve ser dito a partir das convenções sociais particulares dentro de uma dada conjuntura.

No entanto, essa ilusão, ou esse esquecimento involuntário é necessário para que a linguagem funcione no sujeito e na atribuição de significados. O esquecimento (do que já foi dito) ocorre para que o sujeito se identifique com o que diz e assim, se constitua em sujeito (ORLANDI, 2002a). Assim, na formação discursiva da linguagem, “a relação entre as condições sócio-históricas e as significações de um texto é *constitutiva* e não secundária” (ORLANDI, 2001, p.27).

Desse modo, essa formação da linguagem se dá mediante a articulação (tensão) entre os processos parafrásicos e polissêmicos (ORLANDI, 2001, p.27), em que o primeiro é aquele no qual em todo o dizer existe algo que se mantém (a memória), constituindo-se a partir do retorno constante a um “mesmo dizer sedimentado”, enquanto o segundo aponta para o rompimento dos processos de significação, constituindo a “força na linguagem que desloca o mesmo, o garantido, o sedimentado”, o que gera a “tensão entre o texto e o contexto histórico social” (p.27).

É nessa tensão entre os processos parafrásicos e polissêmicos, entre o retorno ao já dito e seu deslocamento (entre o mesmo e o diferente) que sujeitos e significados se movimentam, de modo que nem os sujeitos nem os significados já estão prontos, acabados, havendo sim um movimento contínuo, o que faz com que tanto o sujeito quanto o sentido possam sofrer mudanças. Mediante esse jogo entre paráfrase e polissemia é que, na análise do discurso, se faz a distinção entre produtividade e criatividade, sendo a primeira regida pelo processo parafrásico, mantendo o sujeito num retorno contínuo ao “mesmo espaço dizível”, enquanto na segunda ocorre o rompimento do “processo de produção da linguagem”, a partir do “deslocamento das regras”, da produção de movimentos que interferem na relação entre sujeitos e sentidos e a história e a língua, o que leva à mudança na produção de sentidos. Mas para que haja a criatividade, é necessário o conflito entre o que já existe e o que vai se instituir (ORLANDI, 2002a).

Para Foucault (1972), pode-se tratar o conjunto de discursos tentando-se encontrar, “além dos próprios enunciados, a intenção do sujeito falante, sua atividade consciente, o que ele quis dizer, ou ainda o jogo inconsciente que veio à luz, apesar dele, no que disse ou na quase imperceptível fratura de suas palavras manifestas”, ou ainda, “trata-se de reconstituir um outro discurso (...)” (p.39).

Assim, para a elaboração da análise discursiva torna-se necessária a compreensão do enunciado “na estreiteza e singularidade” em que o mesmo acontece, determinando as condições de sua existência, fixando seus limites, estabelecendo suas relações com outros enunciados e destacando as formas de enunciação que são excluídas (FOUCAULT, 1972).

Mediante essas colocações, pode-se dizer que as significações se dão a partir de relações o que resulta no fato de que todo discurso aponta para outros que o sustentam, de modo que “todo discurso é visto como um estado de um processo discursivo mais amplo, contínuo” (ORLANDI, 2002a, p.39), não havendo começo ou fim para um discurso.

Assim, como afirma Bakhtin (1995), a “língua constitui um processo de evolução ininterrupto, que se realiza através da interação verbal social dos locutores” (p.127), não podendo, o discurso ser considerado como uma simples transmissão de informação, mas sim como um “efeito de sentidos entre locutores” como parte do funcionamento social (ORLANDI, 2001, p.26), que se dá por meio da interação entre esses locutores.

Bakhtin (1995) afirma que o ato de fala, ou mais especificamente, o seu produto, a enunciação, não pode ser considerada individual, pois, pelo fato de ser de natureza social, constitui-se a partir da interação entre “indivíduos socialmente organizados” (p.112), ou da interação entre locutor e ouvinte, comportando assim duas faces.

A palavra é uma espécie de ponte lançada entre mim e os outros. Se ela se apóia sobre mim numa extremidade, na outra apóia-se sobre o meu interlocutor. A palavra é o território comum do locutor e do interlocutor. (Bakhtin, 1995, p.113)

A estrutura, ou ainda, a forma e o estilo da enunciação são determinados pela situação social e pelos participantes mais imediatos, de modo que a interação entre os interlocutores é marcada pelas condições de produção do discurso, que implicam em considerar a materialidade da língua, a formação social em questão (contexto) e o “mecanismo imaginário”, que é responsável pela formação das imagens dos sujeitos envolvidos no processo discursivo, bem como do objeto do discurso. Dessa forma tem-se a imagem do sujeito locutor, do sujeito interlocutor e do objeto do discurso (do que se fala), formando-se assim um “jogo imaginário que preside a troca de palavras” (ORLANDI, 2002a, p.40). Assim, na relação discursiva são as imagens que constituem as diferentes posições. Nesse jogo de imagens inclui-se a antecipação que consiste na “imagem que o locutor faz da imagem que seu interlocutor faz dele, a imagem que o interlocutor faz da imagem que ele faz do objeto do discurso e assim por diante” (p.40).

Esse jogo de imagens pode influenciar no tipo de discurso utilizado nessa interação. Orlandi (2001, p.15) classifica os discursos em: lúdico, polêmico e autoritário, de modo que a distinção entre eles é explicitada por meio das condições de produção do discurso, ou seja,

explicita-se na relação entre os interlocutores e o objeto do discurso. Um outro critério de distinção entre eles é a reversibilidade.

- Discurso lúdico: o objeto do discurso (referente) se “mantém presente enquanto tal e os interlocutores se expõem a essa presença”, o que resulta numa “*polissemia aberta*”, mantendo-se por meio da reversibilidade.

- Discurso polêmico: a presença do objeto de discurso se mantém, mas os interlocutores não se expõem a essa presença, mas, ao invés disso, “procuram dominar o seu referente, dando-lhe uma *direção*, indicando perspectivas particularizantes pelas quais se o olha e se o diz, o que resulta na polissemia controlada”, de modo que a reversibilidade se faz sob condições determinadas.

- Discurso autoritário: “o referente está ‘ausente’, oculto pelo dizer; não há realmente interlocutores, mas um agente exclusivo, o que resulta na *polissemia contida*”, de modo que há um estancamento da reversibilidade.

2.2. A prática discursiva em sala de aula

Orlandi (2001) classifica o discurso pedagógico, na forma como se apresenta hoje, como autoritário, portanto, sem neutralidade alguma, podendo ser denominado de “discurso do poder” em que a estratégia utilizada é a do “esmagamento do outro”. Define esse discurso como circular, ou seja, “um dizer institucionalizado, sobre as coisas, que se garante, garantindo a instituição em que se origina e para a qual tende: a escola” (p.28), que é tratada como

sede da reprodução cultural, e o sistema de ensino como sendo a solução mais dissimulada para o problema da transmissão de poder, ao contribuir para a reprodução da estrutura das relações de classe mascarando sob a aparência da neutralidade o cumprimento dessa função. (BOURDIEU, apud ORLANDI, 2001, p.28)

Como discurso autoritário, as formações imaginárias se dão de modo que a imagem social do aluno é a de que nada sabe e está na escola para aprender (tutelado), enquanto a imagem social do professor é daquele que possui o conhecimento e está na escola para ensinar, de modo que a imagem que o aluno tem do professor é de autoridade, podendo chegar ao que a autora denomina de “hipertrofia da autoridade” em que o professor tem essa imagem de si próprio. Essas características levam a um discurso individualizado e de “perguntas diretas e sócio-cêntricas: “Não é verdade?”, “Percebem?”, “Certo?”, etc” (ORLANDI, 2001, p.17).

No discurso pedagógico, ensinar significa “inculcar”, o que pode se caracterizar por meio de vários fatores relativos ao discurso que pertencem a “ordem social” em que o sujeito

está inserido, tais como as seguintes leis gerais do discurso (DUCROT, 1972, apud ORLANDI, 2001, p.17): - lei da informatividade: para que seja passada uma informação, é necessário que o ouvinte desconheça a informação; - lei do interesse: só se pode falar legitimamente a alguém sobre o que lhe interessa; - lei da utilidade: relaciona-se à noção utilitarista da linguagem, em que se fala porque há uma utilidade nesse falar. Além dessas leis, existe uma “regulamentação para cada categoria de atos de fala” em que, por exemplo, o ato de ordenar e de interrogar exige uma “relação hierárquica entre quem ordena e quem obedece” (p.18).

A autora afirma que, no discurso pedagógico, embora seja mantida a regulamentação em que o professor enquanto autoridade ordena e interroga, há um “mascaramento” das leis gerais de interesse e de utilidade por meio da “legitimidade do conhecimento escolar” e da “motivação pedagógica” (p.31), cujo papel é o de criar o “interesse” e a “visão de utilidade”. A cientificidade se estabelece segundo dois aspectos: o sistema de ensino autoriza o professor, atribuindo-lhe a posse da metalinguagem; a apropriação do cientista pelo professor confundindo-se com ele, ao invés de atuar como mediador. Nesses aspectos ocorre o mascaramento relativo à lei da informatividade, ocorrendo um apagamento na forma pela qual o professor se apropria do “conhecimento do cientista, tornando-se ele próprio possuidor daquele conhecimento”. Desse modo, “a voz do saber fala no professor” (p.21). E assim resolve-se a questão das três leis gerais do discurso: o professor “informa”, surgindo assim o “interesse” e a “utilidade”, pois se a autoridade falou, então é importante, tornando-se interessante e útil.

Embora o discurso pedagógico seja um discurso institucional e, como tal, reflete a ordem social na qual está inserido, em que se mostra autoritário se as relações sociais são autoritárias, Orlandi (2001) sugere a superação desse autoritarismo propondo ao professor que assuma uma postura polêmica, construindo “seu texto, seu discurso, de maneira a expor-se a efeitos de sentidos possíveis”, deixando um espaço para o ouvinte em seu discurso, construindo a possibilidade de ele mesmo colocar-se como ouvinte “do próprio texto e do outro” (p.32). Propõe ao aluno “uma maneira de instaurar o polêmico e exercer sua capacidade de discordância”, não aceitando o que “o texto propõe e o garante em seu valor social: é a capacidade do aluno de se constituir ouvinte e se construir como autor na dinâmica da interlocução”, não aceitando o que é dito como verdade inquestionável, bem como a estagnação no seu papel enquanto ouvinte (p.33).

Desse modo, tanto professor, quanto alunos atuam como “produtores da instância de interlocução”, interagindo simultaneamente, de modo que cada um possa se colocar como sujeito crítico, “mergulhado no social que o envolve”, estabelecendo-se assim, uma relação

menos hierarquizada entre os mesmos, propondo então que se busque um discurso pedagógico que seja, no mínimo, polêmico.

Como exemplo de um discurso polêmico, destaca-se a estrutura de atividade dialógica em sala de aula corresponde ao “diálogo triádico” (LEMKE, 1997), cuja estratégia principal de desenvolvimento é a seqüência de perguntas colocadas pelo professor. Essas perguntas são inter-relacionadas tematicamente e, como um todo, “constroem um conjunto de vínculos semânticos importantes para a estrutura do tema em discussão” (p.114). Com isso, o professor controla o desenvolvimento temático por meio de suas ações e perguntas, de modo que sempre que os alunos fornecem as “respostas tematicamente corretas, o diálogo triádico proporciona uma exposição eficiente das relações temáticas” (p.115).

No entanto, Lemke destaca que, algumas vezes, quando os alunos não fornecem a resposta esperada pelo professor, o mesmo pode escutar várias repostas e *eleger*, por meio de repetição, a que se encaixa no padrão temático que ele pretende desenvolver. Essa estratégia parece estar mais relacionada ao discurso autoritário.

2.2.1. A argumentação como um recurso metodológico de mediação

Os PCNEM (BRASIL, 2002) apontam para a necessidade de se promover um ensino de ciências de modo a viabilizar ao aluno o desenvolvimento de competências que contribuam para o seu desenvolvimento em nível pessoal e como agente transformador da sociedade.

Para tal, é necessária a utilização de metodologias que priorizem a utilização de estratégias que têm como pano de fundo a argumentação, a fim de subsidiar o desenvolvimento da criatividade e do senso crítico.

Leitão (2003) define a argumentação como uma atividade no campo do discurso que se dá mediante a justificativa de pontos de vista, considerando-se que os mesmos podem estar sujeitos a objeções, com o objetivo de convencer os oponentes da viabilidade desses pontos de vista. Assim, para que a argumentação se sustente, é necessária a pluralidade de pontos de vista sobre temas polêmicos, sendo fundamental que o proponente de um ponto de vista esteja em condições de defendê-lo por meio de justificativas convincentes dirigidas aos oponentes que contra-argumentaram as colocações iniciais do proponente.

A existência da argumentação pressupõe uma perspectiva dialógica que se institui mediante a relação mundo-pensamento-linguagem, uma vez que a característica humana de pensamento, conhecimento e funcionamento psicológico, expressa em suas atividades, é mediada pela linguagem e tem a gênese na dimensão sócio-histórica.

Além disso, a argumentação concebida enquanto atividade dialógica tem o seu funcionamento e sua estrutura dependentes também dos objetivos do proponente, do tipo de público interlocutor, da natureza do conteúdo em questão etc (LEITÃO, 2003).

Compreende-se assim a argumentação como um recurso metodológico de mediação que viabiliza a construção do conhecimento por meio da elaboração e reelaboração de perspectivas sobre o objeto discutido, o que lhe confere uma dimensão epistêmica.

Em outras palavras, na medida em que o sujeito faz enunciações sobre o objeto de estudo, ocorre a construção do conhecimento, o que implica no fato de que qualquer estratégia metodológica, utilizada em sala de aula, institui uma relação de dependência entre construção do conhecimento acerca do conteúdo trabalhado, do pensamento e da linguagem. Para a produção do conhecimento não basta a interação entre sujeito/objeto e o desenvolvimento das estruturas mentais do mesmo. O que compele o sujeito ao conhecimento é o ato de falar sobre o objeto, de modo que o objeto é constituído pelo sujeito na sua relação com o outro. Essa relação dialógica sugere que os “Interlocutores compartilhem conhecimentos, representações, atitudes, percepções (...)” (COSTA, 2003). Na medida em que o sujeito faz enunciações sobre o objeto de estudo, ocorre a construção do conhecimento.

O objeto do conhecimento se constitui mediante o seu significado atribuído pelo sujeito inserido em um contexto no qual estão estabelecidas normas sociais caracterizadas pela cultura e pela ideologia. Assim, mediante essa premissa, o foco de interesse em sala de aula de ciências é conferido ao processo de produção do discurso, às condições nas quais esse discurso é produzido e seus efeitos.

Todo discurso é sustentado pela intenção do seu autor e pelo conjunto de hipóteses que comportam tanto o conteúdo das premissas escolhidas quanto “as ligações particulares utilizadas para *organizar* as *premissas* e ainda o modo de se servir dessas ligações” (COSTA, 2003). O modo pelo qual esse autor escolhe essas premissas resulta da representação que o mesmo tem de seus interlocutores e tem como ponto de partida as hipóteses do locutor. Na perspectiva do professor, a retórica de seu discurso “constitui-se das escolhas nas quais ele se engaja para desenvolver seu raciocínio argumentativo” (COSTA, 2003). Essa retórica relaciona-se ao poder de persuasão desse discurso, o que corresponde ao cerne do problema educativo.

É necessário que o professor organize o trabalho em sala de aula de modo a estabelecer um ambiente favorável ao diálogo, levando os alunos a elaborarem perguntas que gerem idéias, levando-os a novos questionamentos e à reelaboração de significados.

Mediante as conjecturas traçadas anteriormente, considera-se que para a realização da análise do discurso argumentativo em sala de aula deve-se contemplar a dinâmica do processo discursivo, enfocando o modo como as argumentações levam os alunos à reflexão, favorecendo a construção de significados e a transformação de suas perspectivas iniciais.

Desse modo, o reconhecimento do papel da linguagem e das interações discursivas, como elementos mediadores da elaboração dos conhecimentos científicos em aulas de ciências, é fundamental. Assim, a análise da dimensão discursiva do processo de ensino e aprendizagem em aulas de ciências visa à investigação de como os significados são gerados e desenvolvidos por meio da utilização da linguagem. Essa investigação tem como pano de fundo a forma como esses significados são construídos no contexto social da sala de aula.

Nesse contexto o caráter dialógico da linguagem é essencial (BAKHTIN, apud VILLANI e NASCIMENTO, 2003), uma vez que um enunciado não existe de forma isolada, correspondendo a um elemento de ligação entre um enunciado precedente e outro que se sucede a ele.

Assim, a linguagem é concebida como:

uma forma de atividade entre interlocutores, que a utilizam em situações reais de produção para gerar, organizar, registrar e comunicar conhecimento sobre o mundo. Nessa perspectiva, a linguagem deve ser estudada levando em consideração sua manifestação como um discurso, concebido como lugar de investimentos sociais, históricos e ideológicos por meio de sujeitos que interagem em situações concretas de produção. (VILLANI e NASCIMENTO, 2003)

No sentido de procurar entender diferentes aspectos relacionados à argumentação em sala de aula, discutiremos, a seguir, algumas características relacionadas às estruturas argumentativas do professor e a construção de significados.

Mortimer e Scott (2002) destacam que, nos últimos anos, as pesquisas em educação em ciências têm se preocupado em analisar o modo como são desenvolvidos, no contexto da sala de aula, os significados e compreensões, enfocando assim os processos de significação, que são caracterizados como polissêmicos, uma vez que, uma enunciação é constituída por inúmeras vozes, ou, em outras palavras, a um mesmo discurso podem ser atribuídos vários significados, e também como polifônicos, pois todo discurso é atravessado pelo discurso do outro. Nesse sentido, para Bakhtin (apud ANDRADE e MALDANER, 2003), a dialogicidade entre as palavras dos outros e nossas, faz com que as palavras dos outros sejam confundidas com as nossas, convertendo-se em palavras próprias.

a dialogicidade entre as nossas palavras e as dos outros levam à monologização da consciência, ou seja, as palavras dos outros confundem-se com as nossas e são convertidas em *palavras próprias*. Do movimento dialógico constitui-se um sujeito povoado por muitas vozes. Vozes distintas, conflitivas, dissonantes, harmônicas ou

não, formando um conceito “polifônico e polissêmico” (BAKHTIN, apud ANDRADE e MALDANER, 2003).

Embora a importância do discurso e da interação na sala de aula, pouco se sabe sobre “como os professores dão suporte ao processo pelo qual os estudantes constroem significados em salas de aula de ciências, sobre como essas interações são produzidas e sobre como os diferentes tipos de discurso podem auxiliar a aprendizagem dos estudantes” (MORTIMER e SCOTT, 2002, p.2).

Para os autores, é fundamental que o professor envolva o aluno num primeiro momento, o que pode se dar destacando-se a relevância do conteúdo em questão. A partir desse momento, explorar as idéias dos alunos sobre esse conteúdo, para então trabalhar as idéias científicas, considerando-se o caráter histórico, epistemológico, tecnológico e ambiental, contextualizando assim esses conhecimentos. Com isso, mediante uma abordagem dialógica, leva-se o aluno a atribuir significados, conduzindo a atividade de modo a levar os estudantes a construir novas idéias, resignificando, reelaborando e recontextualizando. Um dos aspectos propostos por Mortimer e Scott (2002) para estruturar a análise da dinâmica discursiva em sala de aula, corresponde à *abordagem comunicativa*, que, segundo os autores é central na estruturação da análise, relacionando-se ao “como o professor trabalha as intenções e o conteúdo do ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas que resultam em diferentes padrões de interação” (p.7).

Segundo Santos e Mortimer (2003), na abordagem dialógica o professor considera no discurso do aluno as suas próprias concepções, expressando assim mais de um ponto de vista, enquanto na abordagem de autoridade, o professor só considera a fala do aluno do ponto de vista do discurso científico construído na sala de aula, de modo que é considerado um único horizonte conceitual. A abordagem comunicativa é interativa mediante a participação de mais de uma pessoa e não-interativa se não é viabilizada a participação de outras pessoas. A natureza das interações entre professor e alunos em aulas de ciências pode ser dialógica ou autoritária independentemente da abordagem ser ou não interativa, o que depende da postura do professor na condução do discurso. Assim, são possíveis as seguintes classes de abordagem comunicativa (MORTIMER e SCOTT, 2002, p.9):

- a. **Interativo/dialógico:** professor e estudantes exploram idéias, formulam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista.
- b. **Não-interativo/dialógico:** professor reconsidera, na sua fala, vários pontos de vista, destacando similaridades e diferenças.
- c. **Interativo/de autoridade:** professor geralmente conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico.
- d. **Não-interativo/de autoridade:** professor apresenta um ponto de vista específico.

Outro aspecto proposto por Mortimer e Scott (2002) para a análise da dinâmica discursiva corresponde aos “padrões de interação” emergentes a partir das falas do professor e dos alunos alternadamente. O padrão mais comum é o I-R-A, em que o professor **I**nicia o diálogo, os alunos **R**espondem e o professor **A**valia essas respostas. No entanto, podem também ser observados outros padrões em que o professor fornece um *feedback* de modo a levar os alunos a uma fala cada vez mais elaborada, reconstruindo significados. Os autores representam esses padrões discursivos por: I-R-P-R-P... ou I-R-F-R-F...em que P corresponde a uma “ação discursiva” que leva ao prosseguimento da fala do estudante e F corresponde ao *Feedback* para que “o aluno elabore um pouco mais sua fala” (p.9-10).

Semelhante a esses padrões de interação, Capechi e Carvalho (2000) destacam os seguintes padrões discursivos do tipo IRF (**I**: professor inicia o diálogo; **R**: alunos respondem; **F**: professor dá o *feedback*), para a análise do discurso do professor:

- **IRF avaliativo**: Neste padrão discursivo “é exigida uma fidelidade aos significados apresentados pelo locutor, sendo proibida a associação livre de palavras” (CAPECCHI e CARVALHO, 2000), ocorrendo quando o professor coloca questões aos alunos exigindo respostas bem definidas. Segundo Bakhtin (1993, apud CAPECCHI e CARVALHO, 2000), esse padrão está associado a um discurso de autoridade.

- **IRF eliciativo**: Este padrão discursivo ocorre quando a “participação ativa dos interlocutores é valorizada pelo locutor, deixando transparecer em sua fala múltiplas vozes” (CAPECCHI e CARVALHO, 2000). Assim, o professor inicia o diálogo, o aluno responde e, ao invés de uma postura avaliativa, o professor estimula os alunos para que acrescentem novas idéias e argumentos à discussão, podendo fazê-lo por meio de uma nova questão. Bakhtin (1993, apud CAPECCHI e CARVALHO, 2000) classifica esse padrão como um “discurso internamente persuasivo”.

Esses padrões de interação apresentam pontos semelhantes aos padrões discursivos lúdico, polêmico e autoritário (Orlandi, 2001), como destacamos a seguir.

No discurso lúdico os alunos são instigados a explicitarem as suas opiniões, por meio de uma polissemia aberta, ocorrendo a atribuição de significados por parte dos alunos e do professor no decorrer do fluxo de comunicação, abordagem essa que se assemelha ao padrão discursivo IRF eliciativo.

No discurso polêmico, o professor direciona as respostas dos alunos, indicando perspectivas particularizadas, por meio de uma polissemia controlada, a fim de levar os estudantes a uma resposta determinada. Esse discurso parece guardar uma relação com o padrão discursivo IRF avaliativo. Entretanto, a exigência de fidelidade aos significados,

proibindo-se a associação livre de palavras, parece denotar que o referido padrão discursivo é mais radical que o discurso polêmico destacado por Orlandi (2001).

No discurso autoritário não há interlocutores, uma vez que o professor não abre espaço para a fala do aluno, resultando assim em uma polissemia contida. Esse discurso parece ter alguma relação com a abordagem comunicativa não-interativa/de autoridade (MORTIMER e SCOTT, 2002), uma vez que não há espaço para o aluno explicitar as suas idéias.

Mediante as considerações traçadas no presente capítulo, acredita-se que os aspectos destacados sugerem que a atividade discursiva em sala de aula de ciências, numa perspectiva dialógica, é fundamental para que os alunos possam atribuir significados e resignifica-los, se necessário. No entanto, reconhece-se que, para tal, é imprescindível a intervenção do professor, introduzindo novas idéias para que ocorra o desenvolvimento do conteúdo do discurso e isso ocorre na medida em que as abordagens comunicativas vão sendo produzidas por meio de diferentes padrões de interação e intervenção do professor.

Consistente com essas idéias, Moreira (2000) destaca alguns princípios, abordados no capítulo 1 da presente pesquisa, como condições necessárias para que se consume um episódio de ensino, ou seja, para que se propicie uma aprendizagem que seja significativa e crítica. Dentre as idéias presentes nesses princípios, destacamos que a interação social, mediante a negociação de significados por meio de uma troca constante de perguntas é imprescindível para a consumação de um episódio de ensino. Nesse processo, a conscientização de que a atribuição de significados é individual vincula-se ao fato de que cada aluno percebe e representa o mundo de acordo com a sua ideologia. Essa percepção por parte do aluno é importante no sentido de que o mesmo deixa de acreditar que existem respostas necessariamente certas ou erradas.

Outra idéia destacada pelo autor vincula-se à percepção de que a linguagem não é neutra, mas expressa e reflete o pensamento. Nesse contexto, aprender os conteúdos científicos de forma significativa implica em aprender a sua linguagem, o que decorre em aprender a falar e pensar de modo diferente acerca do mundo. Nesse sentido, considera-se que o papel do professor seja o de mostrar ao aluno as idéias científicas atualmente aceitas, discernindo-as das idéias do senso comum, bem como mostrar o caráter dinâmico e provisório dos conhecimentos científicos. Com isso, Moreira (2000) destaca que a comunicação entre professor e alunos só é possível na medida em que os mesmos busquem perceber os materiais educativos do currículo de forma semelhante, o que fortalece “a importância da interação pessoal e do questionamento na facilitação da aprendizagem significativa”.

No entanto, para que ocorra a facilitação da aprendizagem significativa crítica em sala de aula, além do papel mediador do professor provendo situações problemáticas frutíferas que estimulem a relação dialógica, também são relevantes outros dois aspectos, um referindo-se ao material utilizado e outro ao interesse do aluno em aprender. Segundo Gowin (apud MOREIRA, 2003, p.7), há uma “relação triádica entre *professor, materiais educativos e aprendiz*”, de modo que um episódio de aprendizagem caracteriza-se pelo “compartilhar significados entre aluno e professor” acerca dos conhecimentos veiculados pelos referidos materiais, ocorrendo uma busca de “congruência de significados” pelos mesmos. Para Moreira (2000), a busca de materiais alternativos para trabalhar os conteúdos é necessária para que os alunos superem a visão do livro didático como armazenador de todo o conhecimento.

Entretanto, para tal, se faz necessário que o material de aprendizagem seja “potencialmente significativo”, ou seja, relacione-se com a estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não arbitrária e substantiva (não literal).

Não arbitrária no sentido de que, para que o material seja potencialmente significativo, ele deve relacionar-se com conhecimentos prévios especificamente relevantes presentes na estrutura cognitiva do sujeito, denominados “subsunçores” (AUSUBEL, apud MOREIRA, 1997). Assim, os novos conhecimentos “se ancoram” nesses conhecimentos (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva do aluno para que ocorra a incorporação, compreensão e fixação dos mesmos. Ainda, em outras palavras:

Novas idéias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras idéias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros. (AUSUBEL, apud MOREIRA, 1997, p.18)

A característica da substantividade do material utilizado relaciona-se com a essência do novo conhecimento, o que implica que o que é incorporado à estrutura cognitiva do aprendiz é a “substância do novo conhecimento, das novas idéias, não as palavras precisas usadas para expressá-las”, de modo que um mesmo conceito pode ser colocado de várias formas e, no entanto, expressar o mesmo significado.

A outra condição para que ocorra a aprendizagem significativa é que o aprendiz “manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva” (AUSUBEL, apud MOREIRA, 1995, p.66). Isso significa que, mesmo que o material de aprendizagem seja potencialmente significativo, “se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como o seu produto serão mecânicos”. Reciprocamente pode-se dizer que, mesmo que o aluno esteja disposto a aprender,

se o material utilizado não for potencialmente significativo, “nem o processo nem o produto da aprendizagem serão significativos”. (p.66)

Segundo Ausubel (apud MOREIRA 1997), uma outra condição para a aprendizagem significativa relaciona-se ao fato de que a predisposição em aprender está intimamente ligada à “experiência afetiva que o aprendiz tem no evento educativo” (p.29). Para o autor, “a experiência afetiva é positiva e intelectualmente construtiva quando o aprendiz tem ganhos em compreensão”, bem como “é negativa e gera sentimentos de inadequação quando o aprendiz não sente que está aprendendo o novo conhecimento” (p.29). Assim,

Predisposição para aprender e aprendizagem significativa guardam entre si uma relação praticamente circular: a aprendizagem significativa requer predisposição para aprender e, ao mesmo tempo, gera este tipo de experiência afetiva. Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam.

Mediante esses pressupostos teóricos, estruturaremos a análise da dinâmica discursiva do presente trabalho de pesquisa, a fim de verificarmos se o discurso do professor mediando a interação entre os alunos e o texto “Nosso Universo”, em questão, pode levar os estudantes a demonstrarem, por meio de seus argumentos, se o referido contexto promove a facilitação da aprendizagem significativa crítica. Para tal, serão utilizadas as abordagens comunicativas propostas por Mortimer e Scott (2002), os padrões de interação IRF avaliativo ou eliciativo destacadas por Cappechi e Carvalho (2000), bem como os padrões discursivos, lúdico, polêmico e de autoridade, abordados por Orlandi (2001).

A seguir, faremos o levantamento de alguns de trabalhos que buscaram analisar o discurso no cotidiano escolar estabelecendo categorias para o processo interativo, que servirão de subsídios para a análise dos dados de nossa pesquisa.

2.2.2. Estabelecendo categorias para o processo interativo no contexto de sala de aula

As pesquisas em ensino de ciências têm valorizado a abordagem sociológica (sociocultural) que considera que a construção do conhecimento se dá dentro de um contexto social, tornando-se relevante os contextos em que os conflitos cognitivos são gerados e a maneira como as explicações são construídas e compartilhadas entre os alunos na sala de aula (CAPECCHI e CARVALHO, 2000).

Nessa perspectiva, é fundamental a participação dos alunos e a mediação do professor por meio de argumentações que dêem suporte à fala dos estudantes, de forma a contribuir para a formulação de argumentos por parte dos mesmos, levando-os ao desenvolvimento cognitivo.

Nesse processo, a postura do professor é fator determinante na aprendizagem. Se essa postura for muito diretiva, pode inibir as idéias dos alunos e o processo discursivo. Para Compiani (1996, p.20), “o importante é tornar a postura do professor decisiva, mas não dominante”. Para tal, é necessária a compreensão de que a dinâmica da sala de aula deve ser regida pelo “fluxo das enunciações nos diálogos” (COMPIANI, 2003) entre professor e alunos e entre alunos. Para o autor, na análise de uma aula devem ser discutidas as formas interativas e discursivas presentes no contexto da sala de aula, destacando os momentos em que o professor sistematiza, contrapõe, retoma, explicita, discrimina, etc, bem como os momentos em que ele se omite. Devem ser explicitadas também as contribuições dos alunos, seus *insights*, que, por vezes, podem determinar o rumo da aula.

O papel do professor, apoiando e orientando o aluno para a sistematização de idéias, viabiliza a discussão, criando-se formas de argumentação que favorecem a atribuição de significados e a produção de saberes.

Para a interpretação do papel mediador do professor em sala de aula, Compiani (1996) elaborou categorias específicas para a análise do discurso entre professor-alunos e entre os alunos. O quadro 1, a seguir, sintetiza as referidas categorias de análise:

Quadro 1: As categorias do discurso entre professor-aluno e aluno-aluno (Compiani, 1996)

FORNECIMENTO DE INFORMAÇÕES	Exposição simples, respostas	-Aporte de novas informações incentivado por problematizações, solicitações de informações, etc, ou sentidas como necessárias para o desenvolvimento do tema.
	Com pistas	-Visa a obtenção de contribuições dos alunos mediante o fornecimento de pistas eficazes passo a passo, para que eles cheguem ao raciocínio traçado de antemão pelo professor.
	Remodelagem	-O professor vai costurando os diálogos, preenchendo lacunas de um lado, omitindo informações de outro lado e assim, aos poucos, vai remodelando uma idéia em discussão deixando-a mais nítida, precisa e próxima de seu significado científico. Para preencher lacunas, ele utiliza-se de uma informação dada, mas que está incompleta ou imprecisa, para introduzir aspectos que faltam ou precisar certos termos do assunto aproximando-os da visão científica.
SOLICITAÇÃO DE INFORMAÇÕES	Clarificação	-É solicitada quando as idéias explicativas foram expostas, mas não estão claras em alguns aspectos ou até no todo.
	Explicação	-É solicitada quando é exposta uma idéia, mas faltam as explicações ou quando as idéias expostas apresentam deficiências e lacunas que são apontadas para serem explicadas.

PROBLEMATIZAÇÃO	-Inicia, instiga e provoca momentos de procura de respostas para um problema colocado, desafios que forçam a elaboração de generalizações. Muitas vezes, o professor induz uma contraposição com o mesmo propósito da problematização, apontando deficiências, diferenças ou contradições nas opiniões em discussão visando instalar um conflito ou resolver um conflito.
REESTRUTURAÇÃO	-Reorganização ou sistematização das idéias em discussão, das partes ou do todo, sobre um assunto para deixar o mais nítidos e explícitos os conceitos já abordados; -será recapitulação quando essa sistematização objetivando uma generalização, que é um olhar para trás, é feita, criando um contexto mental compartilhado para, aí sim, expandir um assunto ou introduzir uma nova questão, que é um movimento para frente.
RECONDUÇÃO	-Recolocação do aspecto principal que deveria estar sendo tratado nas discussões, evitando derivações ou a retomada de um aspecto da discussão para reforçá-lo.
REESPELHAMENTO	-Reforça, legitima a informação introduzida ou construída pelo aluno repetindo, reformulando ou continuando a mesma; -Incentivo ao aluno a responder de novo o que já disse para reforçar a idéia exposta.

Enfocando ainda a análise das interações em sala de aula, ressalta-se que Boulter e Gilbert (1995, apud MONTEIRO, 2002) estabeleceram uma classificação do discurso do professor em argumentação retórica, socrática e dialógica.

A argumentação retórica corresponde ao discurso docente que se caracteriza pela transmissão de conceitos, por meio de uma estrutura simples e linear, de modo que o professor utiliza-se de “ferramentas retóricas tradicionais” (MONTEIRO, 2002) para persuadir os alunos. Nesse tipo de argumentação as idéias dos alunos não são cogitadas.

Na argumentação socrática o professor conduz os alunos por meio de questões dirigidas, reformulando-as até que os alunos lhe forneçam a resposta considerada adequada.

Na argumentação dialógica o professor leva os alunos a se envolverem com as atividades propostas, incentivando-os a compartilharem as suas idéias, dando suporte ao trabalho dos mesmos, o que propicia a construção dos conceitos científicos por parte dos estudantes.

O Quadro 2, a seguir, resume as principais características desses três tipos de argumentações propostas por Boulter e Gilbert (1995, apud MONTEIRO e TEIXEIRA, 2003).

Quadro 2: Principais características dos três tipos de argumentação segundo Boulter & Gilbert (1995, apud Monteiro e Teixeira, 2003)

TIPOS DE ARGUMENTAÇÃO	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS
	- baseia-se nos processos de transmissão de conhecimentos; - utiliza ferramentas retóricas tradicionais;

ARGUMENTAÇÃO “RETÓRICA”	- os alunos são passivos e os conflitos internos são escondidos. - o professor ocupa o papel de transmissor persuasivo do conteúdo.
ARGUMENTAÇÃO “SOCRÁTICA”	- baseia-se na idéia de condução dos alunos à descoberta. - utiliza os recursos do discurso triádico (IRA) com constantes reformulações de questões até que os alunos apresentem a resposta desejada pelo professor. - os alunos são conduzidos pelo professor e os conflitos internos são escondidos. - o professor ocupa o papel de condutor dos alunos às idéias cientificamente aceitas.
ARGUMENTAÇÃO “DIALÓGICA”	- Baseia-se no compartilhamento de idéias entre todos os alunos da classe e destes com o professor; - utiliza a estratégia de confrontação de idéias para resolução de problemas, a partir da adoção de regras explícitas. - os alunos participam intensamente do processo de discussão, explicitando suas idéias, conclusões e conflitos internos. - o papel do professor é mediar as concepções dos alunos e os conceitos cientificamente aceitos.

Para essas categorias propostas por Boulter e Gilbert (1995), Monteiro (2002) elaborou subcategorias inspiradas nas categorizações elaboradas por Compiani (1996) que remetem a caracterizações mais específicas do discurso do professor em sala de aula. O Quadro 3, a seguir, mostra as referidas subcategorias:

Quadro 3: Características das categorias do discurso do professor (Monteiro, 2002)

ARGUMENTAÇÃO RETÓRICA	ARGUMENTAÇÃO SOCRÁTICA	ARGUMENTAÇÃO DIALÓGICA
a) CONTEXTUALIZAÇÃO b) EXPOSIÇÃO	a) FORNECIMENTO DE PISTAS b) REMODELAMENTO c) REESPELHAMENTO d) ELUCIDAÇÃO	a) INSTIGAÇÃO b) CONTRAPOSIÇÃO c) ORGANIZAÇÃO d) RECAPITULAÇÃO e) RECONDUÇÃO f) FALA AVALIATIVA

A seguir, são comentadas cada uma dessas subcategorias:

Argumentação retórica:

a) Contextualização: corresponde a uma atitude discursiva por parte do professor que promove o envolvimento dos alunos com o tema em questão. Para isso, o mesmo utiliza-se de sua autoridade para determinar os objetivos e conteúdos a serem considerados. Embora as idéias dos alunos não sejam levadas em consideração, desempenhando um papel passivo, essa postura do professor mostra a sua preocupação com a aprendizagem dos conceitos ensinados.

b) Exposição: corresponde a uma atitude discursiva que se caracteriza pela transmissão de informações que podem subsidiar a compreensão dos alunos do assunto em questão. O processo discursivo não é desencadeado por questões propostas aos alunos, mas sim organizado pelo professor. Aqui também o aluno desempenha um papel passivo.

Argumentação socrática:

a) Fornecimento de pistas: corresponde à fala do professor que tem por objetivo “dirigir o raciocínio dos alunos” (MONTEIRO, 2002), o que se dá por meio de uma explicação, ou de fornecimento de elementos que sustentem uma linha de raciocínio que levem o aluno à resposta correta, ou mesmo por meio de uma série de questões que conduzam o aluno a determinadas conclusões.

b) Remodelamento: ocorre quando o professor destaca algumas idéias colocadas pelos alunos que necessitam de maior detalhamento e precisão. Correspondem a ajustes realizados pelo professor, preenchendo lacunas conceituais, dando contornos precisos a determinados conceitos, a partir das idéias construídas pelos alunos.

c) Reespelhamento: corresponde à fala do professor autorizando ou não as idéias dos alunos. Usando de sua autoridade discursiva, ao repetir com ênfase ou gesticular de modo favorável, o professor legitima a idéia do aluno, o que inibe outras idéias contrárias. No entanto, por meio de uma negativa, ou mesmo da espera por outras respostas, o professor indica ao aluno que as suas idéias não estão corretas.

d) Elucidação: é a fala do professor que se dá a partir de perguntas colocadas pelos alunos, com o objetivo de clarear algumas idéias já expostas, mas não compreendidas pelos alunos.

Argumentação dialógica:

a) Instigação: corresponde à fala do professor com o intuito de incentivar os alunos a explicitarem as suas opiniões, bem como a iniciarem o processo de interação em sala de aula.

b) Contraposição: é a fala do professor que visa destacar pontos contraditórios nos argumentos dos alunos ou mesmo gerar conflitos, a fim de desencadear o confronto entre as idéias expostas.

c) Organização: corresponde à fala do professor que busca a sistematização das idéias explicitadas pelos alunos, com o objetivo de “situá-los nas concordâncias e discordâncias”, viabilizando novas interações em sala de aula. Esse momento propicia a articulação entre as idéias colocadas.

d) Recapitulação: corresponde à fala do professor que sintetiza todas as idéias discutidas pelos alunos para finalizar o debate.

e) Recondução: corresponde à fala do professor que visa à retomada do “desenvolvimento da pertinência das discussões” estabelecidas em sala de aula. “O professor regula a discussão definindo os limites e as derivações que não pertencem aos objetivos propostos pela aula” (MONTEIRO, 2002, p.97).

f) Fala avaliativa: corresponde à fala do professor que busca a lógica usada pelos alunos em determinadas afirmações. Esse procedimento investiga os motivos pelos quais os alunos externam uma opinião.

A partir desses pressupostos, considerar a linguagem mediante a sua configuração dialógica, implica em considerá-la como um acontecimento social (BAKHTIN, 1995). Assim, pode-se compreender a escola como um ambiente social de construção do conhecimento (COMPIANI, 2003), em que o papel mediador do professor, bem como da prática discursiva em sala de aula constituem elementos de suma importância.

Entretanto, ao discorrer sobre a dinâmica discursiva, é necessário também destacar a relevância do silêncio nesse processo, relevância essa que será tratada a seguir.

Para que se dê o fluxo de comunicação, é imprescindível a alternância na fala entre os interlocutores. Assim, o silêncio pode ser considerado como o fôlego de significação, “um lugar de recuo necessário para que se possa significar, para que o sentido faça sentido” (ORLANDI, 2002b, p.13). Desse modo, percebe-se que sem o silêncio não há sentido, havendo “um ritmo no significar que supõe o movimento entre silêncio e linguagem” (p.25).

O silêncio também é tratado como “um fenômeno cultural com diferentes valorações e características” (SANTOS e MORTIMER, 2003), podendo assumir várias funções na ação comunicativa. Orlandi (2002b, p.23-4) distingue dois tipos de silêncio:

- **Silêncio fundador:** que constitui o recuo necessário para que ocorram as significações, garantindo o movimento de sentidos (p.23).
- **Política do silêncio:** que pode se apresentar como **silêncio constitutivo** que indica que “para dizer é preciso não-dizer”, ou seja, uma palavra que se diga pode apagar outras palavras que já foram ditas; e **silêncio local** que é relativo à censura, ou seja, o que é proibido de ser dito em determinada conjuntura.

Quanto às funções do silêncio, destacam-se as seguintes possibilidades apresentadas por Santos e Mortimer (2003):

- Pequenas pausas podem caracterizar “o final de um enunciado e a retomada da argumentação em um sentido diferente”;
- O silêncio do professor pode significar a concessão de um tempo para que os alunos organizem as suas argumentações;

- A espera pela resposta dos alunos pode explicitar a necessidade do professor em estabelecer o fluxo de comunicação;
- Algumas pausas podem caracterizar a espera de silêncio por parte dos alunos;
- O silêncio dos alunos pode significar resistência ou dificuldade em argumentar acerca do conteúdo em questão;

Essa postura dos alunos é muito comum, considerando-se o fato de que, há muito tempo a “natureza do discurso escolar tem (...) encorajado o silenciamento do estudante”.

Em síntese, tratando-se especificamente do silêncio no contexto de sala de aula, pode-se dizer que, embora os seus sentidos sejam dispersos, eles são sempre “estruturadores”. Esse seu caráter estruturador permite que se organize o pensamento, que se articule a argumentação e que se finalize um enunciado (SANTOS e MORTIMER, 2003), podendo ou não incluir gestos.

Portanto, compreender o silêncio não implica em traduzi-lo em palavras, mas em conhecer os “processos de significação” (ORLANDI, 2002b, p.52) implícitos no contexto em que o mesmo se dá. Assim, o silêncio é o elemento mediador entre “linguagem, mundo e pensamento”, atuando na passagem entre “pensamento-palavra-e-coisa” (p.39).

Na presente pesquisa são utilizadas as referidas categorias de análise elaboradas por Monteiro (2002) para fundamentar a classificação das argumentações do professor, bem como serão classificados os momentos de silêncio que ocorrem no decorrer da atividade que envolve a interação entre o professor, os alunos e o texto “Nosso Universo” em questão.

Mediante os pressupostos teóricos abordados no presente capítulo, buscaremos, a partir da classificação do discurso dos alunos e do professor, analisar se a dinâmica discursiva entre os interlocutores, mediada pela utilização do texto “Nosso Universo”, pode propiciar contextos de aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2000). Assim, serão verificados se há indícios de que os alunos modificam ou não os seus conhecimentos prévios, mediante a interação professor/alunos/texto, o que não implica, necessariamente, que os novos conhecimentos apresentados pelos alunos estejam de acordo com as idéias científicas aceitas atualmente pela comunidade científica.

3. TEXTO PARADIDÁTICO E ENSINO DE FÍSICA

No presente capítulo, tecemos algumas considerações acerca do uso de textos paradidáticos em aulas de Física, destacando que os mesmos podem se instituir como uma ferramenta didática capaz de mediar a interação entre professor e alunos de modo a viabilizar a produção de múltiplos sentidos e a capacidade de argumentação por parte dos estudantes.

A seguir, destacamos alguns argumentos favoráveis à utilização de textos com abordagens relativas à história da ciência no ensino de Física, ressaltando que a sua utilização pode contribuir significativamente para a compreensão dos seus conceitos, bem como do caráter dinâmico e provisório dos conhecimentos científicos. Por fim, fazemos a descrição do texto “Nosso Universo” utilizado na presente pesquisa.

3.1. Algumas considerações sobre a utilização de textos paradidáticos em sala de aula

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) apontam para a necessidade de organizar o ensino de Física de modo a contribuir para a formação “de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação” (p.22). Para isso, é fator determinante a contextualização dos conhecimentos físicos, a fim de viabilizar a “compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional” (p.22). Desse modo, as “Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos” (BRASIL, 2002, p.59).

Para tal, se faz necessário trabalhar informações atualizadas sobre ciência e tecnologia, a fim de tornar os conteúdos mais significativos para os estudantes. Entretanto, além desses aspectos, é fundamental salientar a importância da formação do aluno para a ação social responsável, conscientizando-o acerca do seu papel enquanto cidadão ciente dos seus deveres na sociedade.

Para Fleming (1989) e Layton (1988) (apud SANTOS e MORTIMER, 2001), o “letramento científico” pode ajudar a concretizar o “modelo democrático de sociedade ao levar os alunos a compreender a dinâmica de funcionamento da prática tecnológica, nos seus aspectos organizacional, cultural e técnico”, de modo que eles se tornem “capazes de avaliar as suas implicações na sociedade” (p. 102).

Sendo assim,

Se desejarmos preparar os alunos para participar ativamente das decisões da sociedade, precisamos ir além do ensino conceitual, em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, em que haja preocupação com a formação de atitudes e valores. (SANTOS e MORTIMER, 2001)

Para isso, é preciso que o professor supere o discurso autoritário, viabilizando discussões sobre os problemas sociais vivenciados pelos alunos, articulados com os aspectos científicos, tecnológicos, ambientais, políticos, econômicos, a fim de que os mesmos possam se envolver de modo a assumirem uma postura socialmente comprometida.

Andrade e Carvalho (2002) afirmam que:

As possibilidades de considerarmos, em sala de aula, temas ou eventos polêmicos ou controversos, vinculados de alguma forma, a experiências cotidianas da comunidade escolar, têm sido vistas como excelentes oportunidades de responder a demanda premente de abranger a complexidade das relações CTS no Ensino de Ciências. (p.183)

Desse modo, é fundamental que o professor, além de conhecer os conteúdos a serem ensinados, utilize estratégias metodológicas que propiciem a participação dos estudantes. Uma estratégia que tem despertado grande interesse entre os pesquisadores é a utilização de textos alternativos em aulas de Física, pois que, muitos desses textos tratam dos conteúdos científicos num contexto das relações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais. Muitos deles abordam a história da ciência, enfocando os “conhecimentos científicos históricos e socialmente construídos, de modo a oportunizar o entendimento dos fenômenos da natureza bruta, bem como da transformada, com as quais interagimos diariamente” (ANGOTTI, BASTOS e MION, 2001, p.185).

Orlandi (2001, apud PINTO, 2003) afirma que prefere que sejam utilizados, na escola, textos de divulgação científica a livros didáticos, argumentando que esses funcionam como um “repositório de termos científicos que, na maioria das vezes, afasta o público alvo, causando até certa repulsa pela leitura, em razão do rebuscamento terminológico”, afirmando que os textos de divulgação científica não dão ênfase ao “terminológico, mas a uma linguagem sobre a linguagem da ciência (metalinguagem)”. Com isso, há uma maior probabilidade desses textos viabilizarem a compreensão e satisfação dos estudantes. Segundo a autora, a metalinguagem científica é mais adequada para a compreensão do discurso científico, possuindo maior riqueza em “recursos estilísticos, tais como metáforas, analogias e narrativas”.

Segundo Almeida e Queiroz (1997), os textos de divulgação científica podem ser uma alternativa para o professor que tem a intenção de “fugir dos textos carregados de informações formais” (p.64). No entanto, esses autores destacam que para que a utilização desses textos leve à compreensão dos conceitos e à satisfação em ler, é necessário que sejam

criadas “condições de leitura que modifiquem as práticas escolares usuais” (p.65), superando-se as práticas que restrinjam a leitura a uma “interpretação imediata e única”. A não superação dessas práticas implica na criação de barreiras na interação entre o aluno e o texto, levando-o à não compreensão dos conceitos e sim à memorização dos mesmos.

A utilização da leitura desse tipo de texto mediante uma abordagem que leve em consideração o caráter dinâmico e “suscitador de uma metalinguagem favorecedora da compreensão do conteúdo e do entendimento de formas de expressão do conhecimento científico” (PFEIFFER, 2001, apud PINTO, 2003) podem favorecer o envolvimento significativo dos estudantes com o texto, o que pode promover o prazer em ler.

Para que um texto de divulgação científica atenda ao objetivo de informar e atrair o leitor, o mesmo deve reunir os seguintes recursos, destacados por Moura (1998, apud MASSARANI, 2000, p.62): - se fundamentar na história e na tradição; - usar de ironia e humor; - vincular arte e ciência; - usar de analogias e metáforas; - ter vínculo com o cotidiano; - fazer referência à cultura popular; - apresentar reconhecimento dos erros humanos; - dessacralizar a ciência; - dar lugar à metafísica e à religião.

Essas características guardam uma relação com àquelas apontadas por Salém e Kawamura (1996), em que destacam que os referidos textos, na maioria das vezes, tratam dos conteúdos científicos de forma mais atraente, relacionando-os com a realidade, conseguindo assim, aproximar o estudante do mundo da ciência. Alguns textos além de possuírem características que mostram a ciência integrada ao cotidiano, explicitam o seu caráter cultural ao mostrá-la como atividade intelectual de criação humana, levando o aluno a percebê-la como elemento integrante de um contexto social, político, econômico e tecnológico do mundo atual. Essa visão mais abrangente da ciência pode colaborar de forma significativa para o entendimento do ensino formal dos conteúdos.

Muitos desses textos possuem uma estrutura não linear, diferindo dos textos tradicionalmente utilizados pelos professores (didáticos), estabelecendo relações entre vários assuntos, articulando-os de modo a oferecerem condições para que os mesmos sejam trabalhados de forma desfragmentada, viabilizando ainda a interdisciplinaridade, o que promove a articulação entre alguns conteúdos de várias disciplinas. Dessa forma, em virtude dessa abordagem interdisciplinar, a leitura pode propiciar a articulação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, bem como corroborar para uma visão mais abrangente do mundo, contribuindo assim para a formação de um aluno em condições de refletir sobre atitudes relacionadas à cidadania, incorporando uma postura mais dinâmica e comprometida com a sua realidade.

Dessa forma, essa atividade pedagógica pode instrumentalizar o estudante para que ele possa interagir reflexiva e criticamente com o meio em que vive, preparando-o para participar ativamente das decisões da sociedade, ampliando assim a sua capacidade de desenvolver e vivenciar o conceito de cidadania.

Contudo, se por um lado o texto alternativo é uma ferramenta didática que pode contribuir sensivelmente para a formação de valores, bem como para a ampliação conceitual do aluno, por outro lado, o processo envolvendo o trabalho didático em sala de aula requer uma adequação metodológica por parte do professor, na medida em que difere consideravelmente das aulas tradicionais. O professor, ao utilizar os textos alternativos no cotidiano escolar, deverá estar atento às interpretações dos alunos, pois os “sentidos são produzidos em determinadas condições de produção que incluem o texto (ou a imagem), o sujeito, a situação imediata e o contexto histórico-social mais amplo” (SILVA e ALMEIDA, 2003). Desse modo, a produção dos sentidos está relacionada a outros sentidos (interdiscursividade), que corresponde a um processo que possui uma historicidade.

Sendo assim, ao se utilizar textos alternativos em aulas de física, é importante considerar o caráter relativo da leitura, pois a produção de sentidos por parte dos estudantes pode variar, uma vez que cada um possui “história de leituras, conhecimentos e expectativas diferenciadas, culminando em diferentes interpretações” (SOUZA, 2003). Desse modo, mediante uma abordagem que priorize a produção da leitura levando-se em consideração o contexto em que se dá a interação entre o aluno e o texto, dá-se lugar a leituras parafrásicas e polissêmicas (ORLANDI, 2001). Nessa perspectiva, enquanto a primeira corresponde a um mecanismo que delimita a atribuição de sentidos, a segunda se contrapõe à primeira, levando ao rompimento desses limites, dando lugar à multiplicidade de sentidos (BRANDÃO, 2002).

Assim, o professor deve tomar o cuidado para não usar de coerção, determinando ou proibindo as interpretações, induzindo o olhar dos alunos para um determinado

conteúdo geralmente atravessado por uma concepção de ciência como uma verdade absoluta, no qual só existe espaço para um sentido único, silenciando-se, por exemplo, as interpretações equivocadas que encontramos na história da ciência, na busca de explicações sobre os fenômenos. (SOUZA, 2003)

O controle do professor a fim de garantir o seu espaço de significação pode silenciar o discurso de seus alunos, o que remete a um “silêncio carregado de significações” (OLIVEIRA, 2003).

Esse controle de significados pode desestimular o aluno à leitura. Numa perspectiva em que a leitura é pensada como uma prática cultural (SOUZA e ALMEIDA, 2001) que dá lugar à multiplicidade de sentidos, o significado esperado pelo professor não deve ser

trabalhado como único constituinte da produção do texto, mas como um desses constituintes. Assim, é importante que o professor utilize uma abordagem metodológica que confira ao aluno o lugar de sujeito-leitor com histórias de leituras diferentes, o que implica “em se considerar a multiplicidade de modos de leitura e de sentidos como constitutivos, já que numa sala de aula, lendo um mesmo texto, encontram-se diferentes alunos (sujeitos-leitores), com histórias de vida e de leituras singulares” (SILVA e ALMEIDA, 1998, p.139).

Ricon e Almeida (1991, p.15) afirmam que:

a leitura como processo de interação entre um ser social: o aluno e um texto que em seu discurso carrega invariavelmente também o social possibilita o afloramento de seus conhecimentos anteriores (leituras, conversas, aulas, informações via tevê, etc.) e permite que ele perceba a possibilidade de ampliar, aprofundar e até mesmo analisar criticamente alguns desses conhecimentos. É através da relação que se fará entre conhecimentos anteriores e aqueles presentes no texto que se inicia o próprio entendimento do texto.

Nessa perspectiva, Silva (1997) afirma que a leitura corresponde a um processo de produção/atribuição de significados, o que faz com que a interação entre aluno e texto seja relativa, dependendo da “história de vida e de leitura” (SILVA, 1997, p. 20) de cada um. Essa ligação com a historicidade “significa considerar que a natureza da relação que o sujeito estabelece com o texto hoje pode ser modificada, mas a partir da modificação da história de leitura deste sujeito leitor” (p. 21-22). Com isso, a “leitura atual do sujeito sempre se relaciona com suas leituras anteriores e aponta para as suas leituras futuras” (p. 22), ou seja, uma “mesma pessoa pode ler de forma diferente um mesmo texto em diferentes momentos de sua vida, produzindo compreensões diferentes” (SILVA e ALMEIDA, 1998, p. 139).

Alem disso, é importante considerar a ilusão do sujeito-leitor em ser a fonte de suas interpretações. Partindo dessa premissa, ao tratar a leitura em aulas de ciências mediante a perspectiva de que a produção de sentidos se dá em determinadas condições que dependam do sujeito-leitor, do contexto histórico-social mais amplo (em que o sujeito está inserido), do contexto imediato da leitura, bem como do próprio texto (SILVA E ALMEIDA, 1998), embora o aluno tenha a ilusão de ser a origem do sentido por ele atribuído, não o é. Nessa perspectiva, a leitura e interpretação de um texto se dão mediante dois princípios: o da interdiscursividade (PÊCHEUX, 1997) e o da intertextualidade (LEMKE, 1997). No primeiro, a atribuição de sentidos sempre ocorre em relação a outros sentidos, ou, em outras palavras, “dar sentido a qualquer coisa que escutamos significa de alguma maneira vincula-la a alguma outra coisa que já escutamos antes” (LEMKE, 1997, p.106), levando cada aluno a estabelecer vínculos diferentes, o que remete a diferentes interpretações. O segundo estabelece que a interpretação

de qualquer texto está relacionada a “algum grupo específico de outros textos” (p.107), o que corresponde à “intertextualidade”.

Assim, os sentidos produzidos na escola relacionam-se aos sentidos produzidos fora dela, o que pode ser observado dando-se abertura à voz dos alunos nas salas de aula. Ao permitir que os alunos se expressem livremente, os mesmos podem atribuir significados esperados, do ponto de vista científico, como também significados inusitados, relacionados às condições de produção em que estão inseridos.

Por outro lado, outro aspecto essencial das condições de produção de leitura em aulas de ciências, relaciona-se ao papel do professor enquanto mediador da relação entre o aluno e o texto escrito (SILVA e ALMEIDA, 1998).

A interação professor-aluno é um fator importante a ser considerado na leitura, pois a mediação do professor na relação do aluno com o texto é imprescindível. Segundo Silva (1997), essa interação é “marcada por expectativas mútuas e recíprocas determinadas por um jogo de representações entre os sujeitos”. Afinal, é “o professor que coloca um texto para ser lido, é a relação professor-aluno que estabelecerá critérios para a leitura deste texto, e é em primeira instância a leitura do professor que será interposta entre o texto e o aluno”. (SILVA, 1997, p.22).

Essas expectativas também constituem aspectos das condições de produção da leitura em sala de aula. Almeida e Silva (1994, apud SILVA e ALMEIDA, 1998, p.141) apresentaram duas noções relativas às expectativas construídas a partir das interações entre alunos, professor e texto escrito:

- Expectativas de desempenho de papéis. O que o professor e aluno esperam que sejam suas respectivas e mútuas funções, a roupagem com que cada um se veste e é vestido aos olhos do outro no espaço escolar.
- Expectativas de conhecimentos, habilidades, atitudes e concepções. O que cada um faz ou deveria fazer na sala de aula e fora dela com relação à escola, aos olhos de si mesmo e aos olhos do outro.

Em sua pesquisa, os autores observaram que os conteúdos das atividades escritas dos alunos eram diferentes conforme o tipo de solicitação do professor, pois os trabalhos escritos que não estavam de acordo com as expectativas do professor não eram trabalhados nas interações orais em sala de aula da mesma forma que os outros. Assim, os alunos abandonavam as suas idéias iniciais para atender às expectativas do professor.

Desse modo, a maneira como o aluno se relaciona com um texto, ou seja, a expectativa que ele pensa que o professor tem da sua leitura e a sua própria expectativa mediante a leitura também faz parte das condições de produção da leitura.

Em outro trabalho sobre a análise do funcionamento de textos em aulas de física, Silva e Almeida (1993, apud SILVA e ALMEIDA, 1998) observaram que mesmo mediante a proposta de questões abertas, cujas respostas não estavam no texto, muitos alunos copiaram trechos do texto cujo conteúdo não respondia propriamente à questão, mas continham uma palavra em comum com a questão.

Assim, para Silva e Almeida (1998, p.160):

O texto escrito não é um elemento isolado, um instrumento neutro, não é apenas um receptáculo de informações. Quando em funcionamento, na sala de aula, ele faz parte da trama de relações complexas que permeiam esse espaço. As concepções, representações e expectativas entre os sujeitos engendram e limitam ações e dizeres, significações e interpretações, portanto leituras e não-leituras.

Desse modo, nós enquanto professores, precisamos estar conscientes dessas expectativas mútuas, de tal maneira que procuremos gerar situações de cobrança com relação à leitura, que não levem o estudante a uma leitura artificial. Ao se referir à artificialidade ou simulação do uso da linguagem na prática escolar, Geraldi (1984) declara que o aluno se anula em benefício das expectativas do professor.

A busca de superar essa artificialidade por parte dos educandos leva-nos a uma mudança de postura, pois que, segundo Almeida e Ricon (1993), é necessário “criar situações de controle e cobrança diferentes” das usuais, a fim de que o aluno desenvolva de forma gradativa a compreensão do “discurso científico e o gosto pela leitura” (p.13).

Acredita-se que uma abordagem metodológica que utilize textos alternativos, de modo a minimizar as expectativas do estudante quanto ao seu papel, pode diminuir essas expectativas, o que implica em melhorar a relação professor-aluno, pois a qualidade da aprendizagem dos conteúdos de Física na sala de aula está estritamente relacionada à qualidade das interações professor-aluno-texto. Essas, por sua vez, dependem das expectativas que tanto o professor, quanto o aluno têm com relação ao texto, que são, em grande parte, dependentes do processo didático-pedagógico.

Segundo Almeida e Mozena (1998), a utilização de textos, além de tornar as aulas mais interessantes e com uma maior participação do aluno, melhora a “relação dialógica entre professor e aluno” (p.256).

Entretanto, propiciar essa relação dialógica e amenizar as expectativas dos alunos a fim de motivá-los à aprendizagem requer uma reflexão por parte do professor no sentido repensar a sua postura, tanto superando o discurso de autoridade, como se colocando como aprendiz, superando a visão do professor como o dono do conhecimento, pois segundo Ricon e Almeida (1991, p.10-11).

É inegável a importância do saber do professor, do seu conhecimento e visão da área, na interação que pode instaurar em sala de aula. Entretanto, admitir que ele só pode trabalhar temas que domine totalmente parece coerente com uma concepção pedagógica que supõe o professor como dono e os alunos como receptáculos do conhecimento. É possível que a superação dessa visão possa contribuir para um ensino menos autoritário, no qual o professor se dedique mais à análise do processo de ensino-aprendizagem, à seleção de recursos adequados e à coordenação de debates provocados, por exemplo, pela leitura de textos atuais envolvendo assuntos polêmicos do saber científico.

No entanto, para se utilizar dessa metodologia é imprescindível que o professor esteja bem fundamentado teoricamente, para que se sinta seguro e em condições de direcionar de forma adequada os alunos, sem perder de vista os seus objetivos instrucionais. É importante salientar que ao aplicar essa estratégia de ensino, bem como quaisquer outros métodos pedagógicos inovadores, para estudantes acostumados a conviver com modelos de ensino puramente tradicionais, torna-se necessário que o docente leve o aluno à conscientização de sua viabilidade. Esse cuidado é importante para evitar que os próprios alunos lhe cobrem uma postura tradicional de ensino com questionamentos do tipo: “Isso não é Física! ... E as fórmulas?” (BENJAMIN, 2000).

Para não ter que enfrentar esse tipo de problema, antes de qualquer tentativa de mudança nas estratégias de ensino, para estudantes acostumados com o ensino tradicional, seria interessante, *a priori*, levar os alunos à compreensão do caráter provisório e hipotético das teorias científicas, para que os mesmos não as interpretem como verdades absolutas, bem como à conscientização de que as formalizações matemáticas constituem-se como o produto final do desenvolvimento científico que está vinculado à realidade humana.

Essa abordagem inicial, talvez possa funcionar como subsídio, para que o aluno passe a encarar a Física sob a ótica da ciência atual, conscientizando-se da importância do entendimento conceitual, vindo assim, a perceber que a aplicação automática de fórmulas não significa uma real assimilação dos conceitos.

Um instrumento metodológico que pode viabilizar essa percepção é a utilização de textos com abordagens históricas. A seguir, tecemos algumas considerações acerca da utilização de textos com abordagens históricas no ensino de Física.

3.2. O uso de textos de história da ciência no ensino de Física

Um dos argumentos favoráveis à utilização da história da ciência no ensino de Física é destacado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002) ao colocar que, além da necessidade de levar o aluno à compreensão dos conceitos,

terminologias e linguagens relativas à disciplina, como tratado anteriormente no capítulo 1, a Física

deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por ela sendo impulsionado. (p.59)

Ao investigar os argumentos favoráveis ao uso da história e da filosofia da ciência em sala de aula, Matthews (1995) destaca que os defensores de sua utilização no ensino de ciências afirmam que essa abordagem deve ser usada de modo contextualizado, a fim de que a ciência possa ser tratada em seu aspecto social, ético, histórico, filosófico e tecnológico. Para o autor, a história, a filosofia e a sociologia da ciência

podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral da matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam (...). (p.165)

Alguns dos argumentos usados por esses defensores é que a utilização da história da ciência em sala de aula pode contribuir para: - motivar e atrair os alunos; - humanizar a ciência; - promover uma melhor compreensão dos conceitos científicos, ao abordar o desenvolvimento e o aperfeiçoamento dos mesmos; - mostrar o caráter mutável e instável da ciência, o que leva à percepção de que o conhecimento científico atual está sujeito a mudanças (Matthews, 1995).

Entretanto, existem argumentos contrários ao uso da história da ciência em sala de aula, entre eles, o argumento que afirma que a história presente nos livros didáticos corresponde a uma pseudo-história, o que poderia ser resolvido mediante a utilização de bons materiais instrucionais (MATTHEWS, 2002). Outro argumento sustentado é o de que a ciência e a história não devem ser abordadas simultaneamente em uma mesma sala de aula em virtude de serem empreendimentos intelectuais diferentes, abrigando perspectivas antagônicas, uma vez que a ciência busca a simplificação dos fenômenos, enquanto a história busca a complexidade dos mesmos. Matthews (2002) contra-argumenta essa afirmação destacando que a educação deve expor os alunos a várias perspectivas, tais como ciências, história, filosofia, línguas e arte, o que é intelectualmente enriquecedor para o estudante. Lembra ainda que “a história também é um empreendimento intelectual no qual o historiador seleciona informações, logo introduz simplificações, para constituir narrativas que confirmem inteligibilidade aos processos sociais” (p.23). Para o autor, “o desafio pedagógico é encontrar em cada

circunstância, em cada nível escolar, o ponto de equilíbrio que possa contribuir para o êxito do empreendimento educativo” (p.23).

Sequeira e Leite (1991) afirmam que o amplo uso da história da ciência em alguns tópicos pode fazer com que os estudantes adquiram um melhor entendimento sobre a natureza da ciência, mas consideram que a sua utilização em todos os tópicos consumiria muito tempo, o que, segundo Vannuchi (1996), é um fator que constitui um dos argumentos apresentados com frequência em oposição à abordagem histórico-filosófica no ensino de ciência.

Souza Filho (1987), que em sua pesquisa, construiu um texto didático com o objetivo de recuperar a historicidade do conceito de conservação de energia, alerta para alguns cuidados que se deve tomar com o uso de textos históricos, afirmando que nos manuais didáticos utilizados normalmente, quando é feita alguma referência histórica, “é quase sempre caricatural acabando por falsear o verdadeiro processo de desenvolvimento da ciência”. O autor destaca:

Um texto com o objetivo de fazer um estudo histórico deveria refletir as contradições do processo que conduziu a construção de novas teorias. Dessa forma, os aspectos econômicos, sociais políticos e culturais deveriam ser aí ressaltados [...] Portanto, não basta cronologizar os acontecimentos para se fazer a história da ciência. Finalmente, poderíamos lembrar ainda aquela atitude triunfalista frente à História da Ciência onde os cientistas são vistos como “super-heróis” e o desenvolvimento da ciência visto como um empreendimento harmonioso, contínuo e cumulativo. (p. 21)

É possível que esse fator seja uma das causas da falta de motivação do aluno em aprender ciência e até em fazer ciência, pois ao desconhecer a evolução histórica dos conceitos científicos, desconhece também que as dificuldades enfrentadas pelos cientistas são inúmeras, acreditando assim que foi tudo muito fácil para os produtores da ciência (ASSIS e TEIXEIRA, 2003b), ou mesmo que é possível fazer ciência por um ato de genialidade, sem muito estudo.

Embora esses argumentos contrários ao uso da história da ciência no ensino, consideramos que a evolução histórica dos conceitos científicos como instrumento didático em aulas de Física pode subsidiar o entendimento dos fenômenos da natureza, a partir da compreensão do desenvolvimento das teorias científicas e sua utilização no desenvolvimento tecnológico.

Os textos com abordagens históricas podem levar o aluno à percepção do caráter dinâmico dos conhecimentos científicos, proporcionando uma visão mais ampla e clara do processo de mudança dos conceitos, permitindo até a percepção de pontos similares entre o conhecimento do senso comum e o conhecimento científico no decorrer da história, bem como a superação da visão dogmática das teorias científicas, ou seja, como verdades absolutas,

imutáveis e inquestionáveis. Segundo Gagliardi e Giordan (1986, p.254, apud BASTOS, 1998, p. 32), a História da Ciência:

pode ela mesma ser um tema de ensino, [...] como parte importante de uma discussão sobre o conhecimento, para mostrar que os conhecimentos científicos atuais não são ‘verdades eternas’, mas construções realizadas num contexto social definido. Esta discussão pode permitir, ademais, mostrar que os conhecimentos científicos não são resultados de uma simples acumulação de observações nem da utilização de novos equipamentos complicados, mas sim da utilização de novos métodos de análise [...], de novas teorias [...].

Essa idéia está vinculada ao fato de que a utilização da História da Ciência pode contribuir para o esclarecimento do modo pelo qual o desenvolvimento da ciência tem influenciado a transformação da sociedade, bem como, de que maneira “as necessidades geradas a partir de fatores econômicos, sociais, políticos, geográficos, históricos, culturais, etc, têm influenciado o desenvolvimento da ciência” (BASTOS 1998). Com relação a essa característica, Freire Jr (2002) destaca que o uso da história e da filosofia da ciência em sala de aula pode levar o aluno à compreensão da relevância social da ciência a partir de uma abordagem que articule os desastres ambientais e os traumas decorrentes da segunda guerra mundial em virtude do uso inadequado das técnicas científicas, bem como a sua relação com o avanço tecnológico. Para Gagliardi e Giordan (1986, p.254, apud Bastos, 1998, p.34)

A História da Ciência pode mostrar em detalhe alguns momentos de transformação profunda da ciência e indicar quais foram as relações sociais, econômicas e políticas que entraram em jogo, quais foram as resistências à transformação e que setores trataram de impedir a mudança. Essa análise pode dar as ferramentas conceituais para que os alunos compreendam a situação atual da ciência, sua ideologia dominante e os setores que a controlam e que se beneficiam da atividade científica.

Bastos (1998) ressalta ainda, que as justificativas para o uso pedagógico da História da Ciência seguem em duas direções básicas:

- (a) a História da Ciência pode contribuir para o desenvolvimento de concepções mais adequadas acerca das *características fundamentais da atividade científica*; e (b) a História da Ciência pode contribuir para que os alunos avancem em seu processo geral de *alfabetização científica*. (p.34).

Mediante essas considerações, Bastos (1998, p.36-7) sintetiza os argumentos que defendem o uso da História da Ciência no ensino, afirmando que essa pode contribuir para:

- (a) evidenciar o caráter provisório dos conhecimentos científicos;
- (b) preparar indivíduos adaptados a uma realidade em contínua transformação [...];
- (c) evidenciar os processos básicos por meio dos quais os conhecimentos são produzidos e reproduzidos;
- (d) evidenciar as relações mútuas que vinculam ciência, tecnologia e sociedade;

- (e) evidenciar as características fundamentais da atividade científica e, assim, promover a *alfabetização científica* dos indivíduos [...];
- (f) preparar indivíduos para uma cidadania crítica e atuante [...];
- (g) estimular o interesse dos alunos pelas disciplinas científicas, ao quebrar a monotonia dos programas de ensino estritamente direcionados para aspectos técnicos;
- (h) oportunizar o contato dos alunos com indagações, evidências, argumentos, teorias e interpretações que estimulem a mudança conceitual ou a aquisição de concepções mais aceitáveis do ponto de vista científico;
- (i) melhorar a aprendizagem dos conceitos, hipóteses, teorias, modelos e leis propostos pela ciência [...];
- (j) suscitar a admiração pelas realizações da ciência e incentivar o aluno se tornar um futuro cientista;
- (k) caracterizar a ciência como parte integrante da herança cultural das sociedades contemporâneas;
- (l) promover a *alfabetização cultural* dos indivíduos [...].

Entretanto, o autor ressalta algumas dificuldades relativas ao uso da história da ciência em sala de aula a serem consideradas e examinadas:

- (a) deficiências dos cursos de formação de professores, dificultando a apresentação e discussão de tópicos de História da Ciência;
- (b) escassez de textos de História da Ciência que contemplem as necessidades específicas do Ensino de Ciências na escola fundamental e média;
- (c) discordância acerca de quais seriam os relatos históricos mais rigorosos e apropriados [...];
- (d) necessidade de uma revisão das prioridades do Ensino de Ciências – Focalizar somente o produto final da atividade científica ou *focalizar também o processo de produção de conhecimentos* e as relações entre ciência e sociedade;
- (e) discordâncias acerca de quais seriam os níveis escolares em que os enfoques históricos se tornam apropriados [...];
- (f) caráter fragmentário da pesquisa em Ensino de Ciências, favorecendo uma desarticulação geral entre os resultados obtidos nas diferentes sub-áreas de investigação (História e Filosofia da Ciência, desenvolvimento cognitivo, idéias dos alunos, educação para a cidadania etc.);
- (g) *objeções que são feitas ao uso da História da Ciência no Ensino de Ciências;*
- (h) *métodos estratégias, técnicas, atividades de ensino etc. para se trabalhar em sala de aula com tópicos de História da Ciência.*(p.37-8)

Vannucchi (1996) defende, em sua pesquisa, a introdução de tópicos de História e Filosofia da Ciência no ensino de Física para nível médio, destacando as contribuições de seu uso para a educação científica, ao ressaltar, entre outros, os aspectos interdisciplinares proporcionados por essa abordagem. A autora afirma que “A História e Filosofia da Ciência proporcionam interação entre tópicos e disciplinas, manifestando a natureza interativa e interdependente dos empreendimentos humanos” (p.11).

Um outro aspecto destacado pela autora refere-se ao seu papel facilitador, para que o docente possa detectar as dificuldades dos estudantes:

A História e Filosofia da Ciência vinculam o desenvolvimento do pensamento individual ao desenvolvimento das idéias científicas. Desta forma, podem auxiliar os professores a compreenderem as dificuldades dos estudantes, alertando-os para as mudanças conceituais e para as dificuldades enfrentadas historicamente no curso do desenvolvimento científico. Tal conhecimento pode auxiliá-los na organização do programa, na seleção e condução de atividades. (p. 11)

Decorrente dessa premissa considera-se que a abordagem histórica pode estabelecer a compreensão da natureza de um conceito e sua relação com outros conceitos, uma vez que, no senso comum existem inúmeras concepções que se confrontam com os conceitos aceitos cientificamente. Pode-se citar, por exemplo, os conceitos de energia e força, que segundo Henrique (1996), não há uma diferenciação significativa entre esses conceitos no senso comum. Acredita-se que a dificuldade em discerni-los esteja relacionada à utilização das palavras “força” e “energia” como se fossem sinônimos, na vida cotidiana. Henrique (1996, p.52) afirma ser “(...) interessante constatar que essa característica do pensamento do senso comum parece guardar uma relação com a história dos conceitos de força e energia”, existindo assim um paralelo entre as referidas concepções no senso comum e no decorrer da história.

Outros autores (CASTRO, 1992; HIGA, 1988) defendem o uso da História da Ciência no ensino como instrumento mediador da reflexão sobre o processo de criação das teorias científicas, levando ao reconhecimento da ciência como atividade humana, fundamentando assim a articulação entre ciência e trabalho humano. Segundo Higa,

o estudo do desenvolvimento histórico trata de fundamentar não apenas o conceito a ser ensinado, como também de salientar a interconexão Ciência-Trabalho Humano, que encontra na Ciência uma forma específica de produção: a produção de conhecimento. (p.157)

Mediante essas considerações, acreditamos que a história da ciência pode contribuir significativamente para a compreensão dos conceitos científicos, de tal maneira que seria interessante introduzi-la paralelamente ao conteúdo trabalhado normalmente em aulas de Física, ou mesmo integrá-la a esse (ASSIS e TEIXEIRA, 2003b). Desse modo, consideramos que a abordagem dos conhecimentos físicos vinculada ao contexto histórico e aliada a uma postura adequada por parte do professor, pode viabilizar ao aluno a percepção do caráter dinâmico da ciência, bem como uma visão mais ampla e clara do processo evolutivo dos conceitos científicos. Essa percepção pode levar o aluno à percepção das limitações das teorias científicas, o que pode corroborar para a superação da visão dogmática da ciência.

Entretanto, é necessário destacar que a utilização da abordagem histórica em aulas de Física requer do professor a habilidade em trabalhar os conhecimentos científicos construídos no decorrer da história, enfatizando os conceitos aceitos atualmente pela comunidade científica, a fim de conscientizar os estudantes que, embora o caráter provisório e dinâmico dos referidos conhecimentos, existem as explicações plausíveis e inteligíveis que explicam os fenômenos científicos de acordo com o contexto atual do conhecimento científico.

Mediante os aspectos traçados no presente capítulo, relativos à utilização de textos paradidáticos no ensino de Física, tanto com abordagens atuais do cotidiano do aluno, como com abordagens histórias e filosóficas, consideramos que a utilização dos referidos textos pode trazer grandes contribuições, dando margem a interessantes discussões, permitindo ao aluno: interpretar fenômenos físicos; deixar de encarar a Física de forma fragmentada; relacionar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; criar o hábito de leitura; aumentar o seu nível de consciência e, portanto subsidiar a reflexão crítica relativa aos problemas científicos, sociais e tecnológicos; aumentar os seus horizontes culturais, na medida em que, ao serem utilizados textos, por exemplo, com fundo histórico ou com trechos de fontes primárias, estamos promovendo o contato dos alunos com o autor, seus paradigmas e os de sua época, suas inquietações e seus estilos (BENJAMIN, 2000; ASSIS e TEIXEIRA, 2003b).

No entanto, Good (1994, apud SOUZA, 2003) destaca a necessidade de que sejam realizadas pesquisas que enfoquem o papel da leitura e da escrita no ensino de ciências para a compreensão de como os estudantes interagem com a ciência retratada nos textos, considerando-se a leitura e a aprendizagem de ciências, bem como a maneira como as habilidades de linguagem e escrita exercem influência na aprendizagem de ciências.

A leitura no ensino de ciências, vista como um “processo interativo-construtivo e a aprendizagem da leitura como algo mais do que respostas condicionadas e mecanicamente memorizadas”, é considerada por Holliday *et al* (1994, apud SOUZA, 2003) a mais importante ruptura relativa ao ensino de ciências. No entanto, esses autores destacam a falta de pesquisa na área e a falta de critérios para a seleção dos textos como as principais barreiras relacionadas à leitura no ensino de ciências.

Desse modo, superar as barreiras e fazer da leitura em aulas de ciências uma atividade em que os sentidos sejam produzidos em determinadas condições de produção que envolvam texto, sujeito, situação imediata e contexto histórico social mais amplo, superando a concepção de linguagem como “instrumento de comunicação linear”, de modo a proporcionar ao estudante uma formação cultural mais abrangente, requer a utilização de “textos que sejam

pretextos para outros, que remetam a outras leituras e que estejam relacionados ao prazer, ao estímulo pelo gosto da leitura” (SOUZA, 2003).

Para Silva (1997, p.78), “texto, contexto e discurso” remetem-nos a conceber a sala de aula como um “espaço de representações mútuas” que determinam e condicionam tanto o que é ou não dito, como o que é ou não realizado nesse espaço.

Mediante as conjecturas traçadas anteriormente, considera-se que a “instauração de um contexto de leitura que privilegie a produção de sentidos múltiplos em aulas de física” (SILVA E ALMEIDA, 1998, p.161):

permite um maior conhecimento sobre os alunos por parte do professor, o que pode melhorar a qualidade das interações em aula;
contribui para o estabelecimento de continuidades e rupturas entre as idéias dos alunos e as da física, entre a linguagem comum e a linguagem científica, ou seja, media o saber científico;
contribui para a (re)construção de uma história de leitura que possibilita o acesso ao saber após a saída da escola.

A partir dos resultados do nosso trabalho de mestrado (BENJAMIN, 2000), tecemos as seguintes implicações pedagógicas relacionadas ao uso de textos alternativos em aulas de Física:

- A leitura de textos alternativos em aulas de física viabiliza a formação de um cidadão mais crítico, capaz de interagir reflexiva e criticamente com o seu meio social, desenvolvendo e vivenciando a sua cidadania.
- Os textos alternativos podem ser aplicados por meio do trabalho em grupo, estimulando o diálogo entre os alunos, como também entre alunos e professor, acerca dos conteúdos trabalhados.
- O uso de textos com abordagens históricas pode subsidiar a superação da visão dogmática dos conhecimentos físicos, bem como a percepção da ciência como trabalho humano, o que pode motivar o aluno para o estudo da disciplina.
- A evolução histórica dos conhecimentos físicos pode viabilizar a superação da visão triunfalista relativa à história da ciência, o que pode promover a motivação por parte do aluno em estudar ou até fazer ciência.
- A utilização desses textos pode facilitar a compreensão dos conceitos científicos dentro de um contexto interdisciplinar.
- A utilização de textos que trabalham os conteúdos científicos contextualizados, por meio de temas polêmicos ou controversos, pode viabilizar a abordagem articulada entre ciência, tecnologia e sociedade no ensino de física.

- A elevação do nível cultural (FRANCO, 1993, p.13) dos alunos por meio da leitura é um fator determinante para a utilização de textos alternativos.

O texto “Nosso Universo” utilizado na presente pesquisa aborda assuntos atuais relacionados ao cotidiano do aluno, bem como as concepções acerca do sistema solar no decorrer da história, viabilizando a articulação entre os aspectos científicos, tecnológicos, ambientais, históricos, sociais e políticos, o que pode propiciar a formação de um aluno reflexivo, capaz de argumentar e atuar criticamente em seu meio social. Entretanto, para tal, é necessário que o professor atue como mediador entre o aluno e o texto, elaborando argumentos que motivem os estudantes a interagirem com o texto, abrindo espaço para que os mesmos possam explicitar as suas opiniões. Assim, será analisada nesta pesquisa se o referido texto é “potencialmente significativo” para os alunos, bem como se a sua utilização mediante uma abordagem dialógica pode propiciar contextos de aprendizagem significativa crítica.

Para analisarmos essa dinâmica será verificado o tipo de discurso que se utiliza o professor para mediar a interação entre o aluno e o texto, a fim propiciar os referidos contextos de aprendizagem.

3.3. Algumas considerações sobre a estrutura do texto paradidático utilizado em nossa pesquisa

Acreditamos oportuno fazer uma descrição acerca do texto paradidático utilizado nesta pesquisa.

O texto em questão foi elaborado por professores de física do ensino médio que participaram de um projeto intitulado “A Leitura como Veículo Promotor da Aprendizagem em Conteúdos de Física” inserido no *Programa de Pesquisa Aplicada para a Melhoria do Ensino Público no Estado de São Paulo* (Fapesp).

O texto elaborado pelos professores, intitulado “Nosso Universo”, tinha como objetivo introduzir a leitura como um veículo promotor do aprimoramento didático-pedagógico em aulas de física do ensino médio.

Para a elaboração do referido texto, os professores utilizaram os seguintes textos geradores de apoio que serviram de subsídios para a sua construção: “As Origens do Nosso Universo” (LONGAIR, 1994), “Big Bang” (COUPER, 1998), “Estrelas e Galáxias” (OXLADE, 1998), e “Galileu e o Sistema Solar” (STRATHERN, 1999).

A proposta principal dos professores na elaboração do texto foi fundamentada na articulação entre os conhecimentos científicos e o cotidiano, apresentando características conforme descritas por (SALEM e KAWAMURA, 1996, p.594), dentre as quais destacamos:

- ser conceitual/qualitativo, bem como formal/quantitativo;
- trabalhar os “comos” e os “porquês”;
- tratar o conhecimento com sentido/relação com a “vida real”;
- explorar questões atuais estimulando a curiosidade, observação e reflexão, levando ao questionamento de problemas;
- propiciar a leitura e contribuir para o estabelecimento de uma forma de pensar, criando a oportunidade para que o estudante se aproxime de questões que, normalmente não encontram espaço para serem abordadas no cotidiano escolar.

A versão final do texto é constituída por cinco capítulos. No decorrer dos mesmos, os conteúdos científicos são trabalhados por meio de algumas situações vivenciadas pelo adolescente Ícaro, de modo a despertar o interesse e a curiosidade do leitor.

Ao final de cada capítulo apresenta-se um apêndice, em que constam informações mais detalhadas sobre alguns conceitos abordados no mesmo, bem como sugestões de pesquisas em sites, filmes e leituras de livros.

Descrição do texto:

Capítulo I: O SONHO DE ÍCARO

Neste capítulo, Ícaro mostra-se cansado da escola e anseia o momento de chegar em casa para poder entrar na internet, na sala de “bate papo”. Em um determinado dia, nessa sala, surpreende-se com uma mensagem de um novo visitante chamado “Dédalo”, que desperta o seu interesse. Na mensagem é apresentada a letra de uma música de nome “Tubi Tupy”, do autor: Carlos Rennó Lenine, que mexe com a sua imaginação. Um trecho da música que desperta a sua atenção diz: “Eu sou feito de resto de estrelas...”. Essa frase intriga-o, levando-o a questionar Dédalo, que explica: “Todas as coisas, tudo...tudo mesmo, inclusive nós somos feitos de uma mesma substância que veio das estrelas...”.

Enquanto ouve a música, dorme e sonha que seu corpo cria asas, e assim, se vê viajando pelo universo. Nessa viagem depara-se com imagens fascinantes, descrevendo as cores da Terra, bem como as novas imagens que conseguia vislumbrar.

Começava então a experimentar a sensação de leveza, percebendo que não precisava mais bater as suas asas para voar, ao mesmo tempo em que o silêncio era absoluto. Sentia-se intrigado e, ao mesmo tempo, com medo, perguntando-se o por que de estar se sentindo tão leve, sensação essa que aumentava conforme se afastava da Terra. No entanto, momentos depois, essa sensação começava a diminuir conforme se aproximava da Lua.

No decorrer de sua viagem, Ícaro vislumbrou o Sol, Vênus e Mercúrio. Continuando a viagem, observou Marte e se perguntou: Por que é tão vermelho? Será realmente possível a existência de vida nesse planeta? E nos outros?

De repente Ícaro deparou-se com o maior planeta do sistema solar, Plutão e sente-se “puxado com uma força estranha”. Continuando a sua viagem, deparou-se com Saturno e seus anéis, exclamando: “Que coisa linda!”.

O Próximo planeta a encontrar foi Urano, em que comentou: “Esse é mais fraquinho, não puxa tão forte quanto os outros”. Distanciando-se mais um pouco encontrou Netuno e ficou maravilhado com a sua cor azul, lembrando-se então da Terra.

Nesse momento tocou o despertador e Ícaro foi para a escola. Na aula de física pergunta ao professor: “Por que o sistema solar tem tantos planetas e uns são tão diferentes dos outros? Lá tem mais alguma coisa além desses planetas?”. O professor responde afirmando não ser aquele o momento adequado para tratar desse assunto e que no próximo bimestre seria estudada a Gravitação Universal e então poderiam tratar do assunto.

Apêndice: Capítulo 1

O apêndice aborda de forma mais específica alguns assuntos trabalhados no texto, contando, em primeiro lugar, a história mitológica de Dédalo e Ícaro.

Em seguida faz as seguintes referências:

- Fala sobre Carlos Rennó Lenine, autor da música Tubi Tupy;
- Explica que ver ou não a Lua depende da sua posição em relação à Terra e ao Sol, indicando o site <http://astro.if.ufrgs.br/lua/lua.htm> para maiores informações;
- Comenta a impossibilidade de Ícaro, em sua viagem em sonho, ter apreciado o Sol sem nenhuma proteção. A seguir discorre sobre o Sol, fornecendo algumas informações sobre distância Sol-Terra, massa do Sol, etc. Para mais detalhes indica o site: <http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm>;
- Fornece detalhes sobre cada um dos planetas do sistema solar;
- Dá as seguintes sugestões de atividades:
 1. Pesquisar a influência da Lua e do Sol sobre as marés.
 2. Pesquisar sobre a possibilidade da existência de vida em Marte.
 3. Pesquisar a origem e significado dos nomes dos planetas.
 - Como curiosidade coloca o item “vale a pena conferir”:
- 1. Filme: Cosmos de Carl Sagan.
- 2. Site: <http://www.netmogi.com.br/~orlsouza/solrsys.html>
- 3. Livro: Asimov Explica de Esaac Asimov – Ed. Francisco Alves.

Capítulo II: O PESO DO CONHECIMENTO

Na noite seguinte Ícaro acessa novamente a sala de bate papo encontrando o seu novo amigo Dédalo. Conta-lhe então o seu sonho e o amigo comenta: “Ainda bem que foi um sonho!”, pois no sonho tudo é possível. Explicita então as condições necessárias que tornariam possível uma viagem pelo espaço, ou seja, fala que com roupas comuns essa viagem seria inviável. Explica também que com asas ele não conseguiria vencer a força da gravidade terrestre e comenta sobre a velocidade de escape. Mas também especifica que seria interessante usar a asa para direcionar o seu movimento, explorando o conceito de que a radiação exerce pressão sobre os corpos, falando sobre o funcionamento de um radiômetro.

Ícaro comenta que o seu amigo Dédalo está parecendo professor. Parafraseando Guimarães Rosa, Dédalo responde: “Professor não é aquele que ensina, mas aquele que de repente aprende...”, colocando ainda que, tudo o que se aprende na escola, pode não ter uma aplicação imediata, mas poderá ser útil em algum momento da vida.

Na sequência, Dédalo pergunta se Ícaro gostou da música Tubi Tupy, o que o levou a pedir esclarecimentos sobre a frase “Eu sou feito de restos de estrelas...”. Para responder, Dédalo elucidou o modelo da formação do nosso sistema solar, trabalhando o conceito de força gravitacional.

Ícaro então pergunta por que quanto mais a nuvem de gás e poeira se contraía, mais rápido ela girava, levando Dédalo a sugerir que o mesmo realizasse uma experiência em que, ao rodopiar numa cadeira giratória encolhesse seus braços e pernas para sentir o que ocorreria. Curioso então, Ícaro pergunta o que aconteceria, mas não obtém resposta, pois Dédalo saiu da sala de bate papo.

Apêndice:

Faz referência às seguintes questões:

- Comenta a diferença de temperatura nas diversas camadas da atmosfera, sendo um dos fatores pelos quais impossibilitaria Ícaro de viajar pelo universo com roupas comuns.
- Trata da velocidade de escape com detalhes, demonstrando a sua equação.
- Compara a equação da gravitação universal na superfície e a uma certa altura, demonstrando que o peso da pessoa também pode ser calculado por essa equação, considerando-se alturas desprezíveis.
- Comenta, sem muitos detalhes, o “Princípio da conservação da quantidade de movimento angular”, a partir dos resultados obtidos ao se fazer a experiência da cadeira giratória.
- Faz as seguintes sugestões de atividades:

1. Pesquisar sobre a composição de nossa atmosfera, a variação de pressão e temperatura com a altura;
2. Pelo apêndice verifica-se que a velocidade de escape depende somente da massa do planeta e de seu raio. Determine a intensidade da velocidade que deveria ter uma nave espacial para conseguir escapar da força gravitacional do planeta Marte.
3. Pesquisar sobre conservação da energia mecânica. Quando lançamos um corpo para o alto, sua energia mecânica sempre se conserva?
4. Pesquisar a influência do ar no movimento de subida e queda dos corpos.
 - Como curiosidade coloca o item “vale a pena conferir”:
 - 1. Sites: [http: //fisicanet.terra.com.br/](http://fisicanet.terra.com.br/)
 - 2. Livros: - "Newton e a Gravitação"- Caminhos da Ciência - Editora Scipione

Capítulo III: UNIVERSO É ASSIM...

No outro dia, Ícaro vai a uma lanchonete com a namorada. Ao perceber que as cadeiras do balcão são giratórias, aproveita para fazer a experiência sugerida por Dédalo no dia anterior. Senta-se em uma delas, girando-a, em princípio, com seus braços abertos. Enquanto gira fecha os braços, percebendo, com isso, que sua velocidade aumenta, vivenciando assim a conservação da quantidade de movimento angular. Ao voltar à sala de bate papo, conta a Dédalo sua experiência perguntando o por que do resultado obtido, o que o levou a comentar novamente a formação do sistema solar, abrangendo também o Princípio da conservação da quantidade de movimento angular.

Depois de vários esclarecimentos sobre o modelo da formação do universo, Ícaro pergunta: “Durante a história da Humanidade as pessoas sempre acreditaram que foi assim que o nosso sistema solar se formou? Ou já teve alguém pensando diferente?”. Dédalo então resolve deixar para tratar desse assunto no outro dia, pois já é muito tarde.

Apêndice:

Faz referência aos seguintes conceitos:

- Comenta a variação da velocidade em virtude de se esticar ou encolher os braços, propondo um outro experimento, também utilizando a cadeira giratória.
- Especifica o conceito de forças internas de um sistema e forças externas ao um sistema.
- Conceitua o “Princípio da conservação da quantidade de movimento”.
- Destaca que a teoria da formação dos planetas trabalhada no texto, embora aceita cientificamente, ainda não pôde ser provada, deixando questionamentos em aberto.

- Faz as seguintes sugestões de atividades:
 1. Realizar o experimento da cadeira giratória conforme descrito no apêndice;
 2. Pesquisar sobre quantidade de movimento linear e quantidade de movimento angular;
 3. Pesquisar sobre conservação da quantidade de movimento linear e quantidade de movimento angular;
 4. Pesquisar sobre sistemas isolados e equilíbrio dos corpos;
- No tópico “vale a pena conferir”:

Sites: - <http://www.fourmilab.com/>
 - <http://www.gd.com.br/cofsp/>

Capítulo IV: O SANTO INQUÉRITO

Na manhã seguinte Ícaro vai ao teatro, juntamente com seus colegas e sua professora de português, assistir a uma peça de teatro denominada “O Santo Inquérito”. No decorrer da mesma, uma das falas da personagem Branca desperta a atenção de Ícaro, uma vez que parecia estar sendo dita para ele, que, também, através de um sonho, tinha experimentado a mesma sensação da personagem.

.....Não sei explicar, Mas de um momento para outro, eu me senti tão só, tão desamparada. Só me aconteceu isso uma vez, quando eu era menina e alguém me disse que a Terra se movia no espaço. Não sei que s’abio havia descoberto. Até então, a Terra me parecia tão sólida, tão firme...De repente, comecei a pensar em mim mesma, uma pobre criança, montada num planeta louco, que corria pelo céu girando em volta de si mesmo, como um pião. E tive medo, pela primeira vez na vida. Uma sensação de insegurança me fez passar noites sem dormir, imaginando que durante o sono podia rolar no espaço como uma estrela cadente.

Mediante a necessidade de realizar um trabalho de português a respeito da peça, Ícaro se dispõe a pesquisar as concepções históricas sobre o nosso sistema solar, desde as primeiras idéias, no século IV a.C., até as concepções atuais.

Ao chegar em casa, entrou na sala de bate papo e contou a Dédalo sobre a sua intenção de realizar um trabalho “mostrando como foi a evolução e a concepção que havia a respeito da formação do nosso sistema solar”.

Ícaro leva semanas pesquisando e elaborando o seu trabalho em que explicita desde as primeiras tentativas para explicar o movimento dos corpos celestes, no séc. VI a.C., mostrando as transformações das idéias no decorrer da história, chegando às Leis de Kepler e a Lei da Gravitação Universal de Newton. Comenta também o primeiro modelo matemático para

o tempo e o espaço de Newton (1687), terminado o trabalho com a teoria da relatividade geral e restrita de Einstein.

Ele termina o seu trabalho com o seguinte comentário, ressaltando o caráter dinâmico dos conhecimentos científicos acerca da formação do universo:

A imagem que a astronomia e a astrofísica nos transmitem acerca do Universo difere profundamente daquilo que comumente nossos antepassados nos ensinaram. Eles trabalharam à base de grandes símbolos e belos mitos.

Nem por isso deixaram de suscitar em nós encantamento, sentido de veneração e de propósito em face da majestade do Universo.

A partir desse levantamento histórico realizado por Ícaro é possível perceber o caráter dinâmico dos conhecimentos científicos, constituindo esses conhecimentos construções elaboradas num contexto histórico social definido.

Apêndice:

No item “vale a pena conferir”:

1. Filmes:

- "Cosmos: A harmonia dos Mundos" - Carl Sagan
- "O nome da Rosa"
- "A vida de Giordano Bruno"

2. Sites:

- <http://www.gd.com.br/cofsp/>

3. Livros:

- "A dança do Universo" - Marcelo Gleiser

Capítulo V: O GRANDE “REI SOL”

A pesquisa de Ícaro para a confecção do trabalho foi feita por meio de entrevistas com professores de Física, doutores em astronomia e muita leitura sobre a história da Física, o que aguçou ainda mais a sua curiosidade sobre a formação do sistema solar, o que o fez continuar a questionar Dédalos sobre o assunto.

Dessa forma o diálogo direciona-se novamente para a nuvem de gás que foi se contraindo e girando cada vez mais rápido, gerando um núcleo e várias pequenas concentrações que deram origem aos planetas e satélites.

A partir daí, Ícaro pergunta sobre a formação do Sol e o porquê de sua elevada temperatura. Mediante essas questões, Dédalos trabalha o conceito de fusão nuclear, comentando também que não ocorre mais a contração gravitacional no Sol, pois esse efeito

compressivo da gravitação foi equilibrado pela alta temperatura desencadeada pelas reações nucleares. Comenta também a relação existente entre a coloração de uma estrela e a sua temperatura.

Ícaro pergunta a Dédalo se a massa corresponde à quantidade de matéria de um corpo. Dédalo responde negativamente e trabalha os conceitos de massa inercial e massa gravitacional.

A partir da afirmação de Dédalo de que quando o hidrogênio se transforma em hélio há liberação de energia, Ícaro pergunta sobre a relação massa-energia que havia colocado em seu trabalho. Dédalo então trabalha esse conceito e, a partir de outras perguntas, trabalha também o conceito de centro de massa, centro de gravidade.

Apêndice:

Faz referência aos seguintes conceitos:

- Mostra as reações de fusão de hidrogênio em núcleos de hélio, comentando detalhadamente o que ocorre no interior do Sol. Trabalha também o modelo matemático de Planck para a emissão de radiação eletromagnética.
- Conceitua Unidade de Massa Atômica.
- Mostra como se determina o centro de massa de um sistema.
- Comenta as posições do centro de massa e do centro de gravidade, destacando que a posição do centro de gravidade varia com o valor da aceleração da gravidade.
- Sugestão de atividade:

Sugere que os alunos construam um círculo de raio 70 cm representando o Sol daqui a 8 bilhões de anos, quando teria 50 bilhões de km e outro círculo de raio 1 cm representando o Sol hoje, com raio de 700 mil km. Comparando os tamanhos dá para verificar de quanto o Sol aumentará.

4. A PESQUISA

Para a superação do reducionismo de um ensino de Física com um enfoque puramente algébrico dos diferentes conteúdos, considera-se imprescindível a construção de um espaço dialógico em sala de aula, a fim de viabilizar a produção de um contexto de aprendizagem por parte do aluno. Para tal, a postura do professor, superando o discurso autoritário, é fundamental no sentido de introduzir “o aluno no contexto cultural, a partir de um processo de mediação entre as idéias e as concepções do aluno e o saber formal” (MONTEIRO, 2002, p.54). Segundo Sardà e Sanmartí (2000, p.407), por meio de seus argumentos, o professor pode levar o aluno a compreender os conceitos científicos, a racionalidade da ciência por meio de seus processos de evolução, bem como formar um indivíduo crítico e reflexivo, capaz de optar entre as argumentações que lhes são apresentadas.

Nesse sentido, procuraremos analisar como o professor e os alunos, mediados pelo recurso envolvendo um específico texto paradidático, utilizam o discurso para estruturar as suas idéias. Para tal, utilizaremos os referenciais teóricos de modo a subsidiarem o estabelecimento de critérios para a análise das interações ocorridas nas situações envolvendo o tripé professor-texto-aluno.

Mediante essa premissa, ressaltamos como problema central desta pesquisa o seguinte questionamento: Como o uso de textos paradidáticos em aulas de Física, com a mediação do professor, pode favorecer a construção de um espaço dialógico em sala de aula que contribua para a compreensão dos alunos tanto dos conceitos físicos, como de outros conhecimentos que possam vir à tona mediante essa interação?

Nesse sentido, o direcionamento da pesquisa centra-se nos seguintes objetivos:

1. Que a interação entre professor, alunos e texto possa propiciar contextos de aprendizagem significativa crítica por parte dos alunos.
2. Que essa interação possa levar os alunos à compreensão do caráter dinâmico e provisório dos conhecimentos científicos.
3. Que a presente atividade possa viabilizar a formação do aluno enquanto indivíduo crítico e reflexivo, em condições de argumentar e atuar criticamente em seu meio social.

Para tal, o objeto de análise da presente pesquisa será o discurso do professor enquanto mediador da interação entre aluno-texto e o discurso do aluno enquanto participante de um espaço dialógico de ensino-aprendizagem, uma vez que, o processo dialógico é o principal ponto, tanto em relação à introdução de novas idéias ou ferramentas culturais, quanto

ao diagnóstico das maneiras como as atividades de ensino são interpretadas (DRIVER *et al*, 1994).

Desse modo, será verificado como o professor concilia o formal, o informal e a fruição do texto, e se, em sua atuação como mediador alunos-texto, o mesmo explora as idéias que possam emergir, não só sobre os conteúdos presentes no mesmo, como também acerca de outros aspectos que, por ventura, venham à tona, já que, à medida que o aluno vai apresentando suas idéias, as interferências do professor, quer aceitando-as e/ou re-problematizando-as, possibilitam ao aluno a construção de argumentos cada vez mais estruturados.

Mediante essas considerações, esta pesquisa terá o objetivo de analisar:

- a) As características das ações do professor enquanto mediador do texto com os alunos, isto é, os tipos de discursos que o professor utilizará para viabilizar o entendimento dos conceitos em questão;
- b) As características das argumentações dos alunos participantes da atividade proposta;
- c) A interação professor-aluno-texto no contexto de sala de aula;
- d) Os conceitos físicos emergentes da leitura do texto, bem como outros que poderão ser abordados em virtude da referida interação;
- e) As formas avaliativas que o professor utilizará no processo de ensino-aprendizagem.

Em síntese, o enfoque desta pesquisa está centrado no tripé professor-aluno-texto, em que será analisada essa interação mediante a utilização do texto “Nosso Universo”, levando-se em conta vários aspectos dessa interação, tais como: a postura do professor e do aluno em sala de aula; se a organização da sala de aula é favorável ao diálogo; o tipo de discurso de que se utiliza o professor para orientar, mediar e criar condições para que o aluno se aproprie do saber; a integração alunos/professores, alunos/alunos; o nível de participação dos alunos, desenvolvendo idéias e levantando hipóteses a respeito dos assuntos trabalhados; os conceitos físicos emergentes da leitura do texto, bem como por meio das discussões.

Desse modo, buscaremos verificar, por meio das avaliações escritas de cada aluno, bem como de sua participação no decorrer da atividade, se a interação entre aluno e texto, com a mediação do professor, pode proporcionar ao estudante a compreensão dos conhecimentos emergentes, ou seja, se essa interação pode viabilizar ao aluno a aprendizagem significativa. Com isso, utilizaremos o conceito de aprendizagem significativa dentro de uma perspectiva crítica (MOREIRA, 2000) para fundamentar se houve ou não a compreensão dos referidos conhecimentos por parte do estudante. Assim, buscaremos identificar se o professor e o texto

“Nosso Universo” facilitam a aprendizagem significativa crítica, de acordo com os oito princípios apontados por Moreira (2000), destacados no capítulo 1 (item 1.2.2) da presente pesquisa.

Assim, considerando-se essa perspectiva, analisaremos se a referida interação pode propiciar a formação de um aluno que saiba lidar com os elementos culturais, sociais e tecnológicos que o rodeiam, reflexiva e criticamente, de modo a não ser subjugado pelos mitos e ideologias presentes em seu meio social. Analisaremos ainda, se o aluno, por meio de seus argumentos, demonstra relacionar os novos conhecimentos e seus conhecimentos prévios de maneira não arbitrária e substantiva, o que implica que, dessa interação, emergem para o estudante os significados dos conhecimentos trabalhados no texto em questão, bem como que o seu conhecimento prévio se modifica a partir da aquisição de novos significados.

Para tal, destacamos como condições necessárias para a ocorrência dessa aprendizagem: - que o texto “Nosso Universo” seja potencialmente significativo para o estudante, de modo que o mesmo tenha um conhecimento prévio adequado para aprender os conteúdos emergentes. Isso implica que o referido texto deve ser suficientemente não arbitrário e relacionável de maneira não-arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do estudante; - que o aluno apresente predisposição em aprender, o que está relacionado ao fato de o mesmo querer aprender, a fim de que o mesmo relacione de maneira não arbitrária e não literal o novo conhecimento com o seu conhecimento prévio.

Mediante essas considerações, é importante destacar que pode ocorrer de os significados emergentes para o estudante, a partir das referidas relações, nem sempre serem coerentes com as explicações cientificamente aceitas atualmente. Desse modo, destacamos que, mesmo mediante esse fato, se o aluno relacionar de maneira não arbitrária e substantiva os novos conhecimentos com os conhecimentos presentes em sua estrutura cognitiva, consideraremos a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

4.1. A metodologia

Este trabalho de pesquisa corresponde a uma situação específica delimitada à análise da utilização do texto “Nosso Universo” por um professor de física do ensino médio. Realizada dentro de uma abordagem qualitativa, esta pesquisa apresenta as seguintes características dessa abordagem (BOGDAN e BIKLEN, 1982):

1. A fonte de dados é o ambiente natural, de modo que o investigador se insere no local por entender que as “ações são melhores compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência” (p.48), preocupando-se assim com o contexto, pois o

“comportamento humano é significativamente influenciado pelo contexto em que ocorre” (p.48). Nesse sentido, é necessária a articulação entre ações, palavras e gestos na atribuição de significados.

2. Esta pesquisa é descritiva, sendo os dados constituídos em forma de palavras, de modo que os “resultados escritos da investigação contém citações feitas com base nos dados para ilustrar e substantiar a apresentação” (p.48). Para a realização da análise dos dados, que correspondem às transcrições das vídeo gravações, bem como às avaliações escritas dos alunos, procuramos respeitar, ao máximo, a forma em que os mesmos foram registrados ou transcritos.

3. O interesse do investigador é maior pelo processo do que pelo produto (resultados). Enfoca-se assim, como se dá a interação entre os sujeitos e como a postura e expectativas dos mesmos refletem nas atividades e procedimentos, bem como no desempenho de cada um.

4. A análise dos dados tende a ocorrer de forma indutiva, de modo que as abstrações vão se construindo na medida em que os dados vão se agrupando. Assim, os dados não foram constituídos com o objetivo de confirmar hipóteses previamente construídas, pois se presume que, antes da investigação, não se conhecia o suficiente para o reconhecimento das questões importantes relativas à pesquisa.

Assim, destaca-se que ao iniciar este trabalho de pesquisa não foi delineado nenhum plano detalhado antes da constituição dos dados, embora, em linhas gerais, tenha-se estabelecido um plano para a realização da atividade.

5. O significado é de fundamental importância para a pesquisa, de modo que foram estabelecidos procedimentos e estratégias que permitem a percepção do modo como os sujeitos atribuem sentidos às situações colocadas. Com isso buscamos apreender as diferentes perspectivas dos mesmos, com a preocupação de se registrar, tão rigorosamente quanto possível, o modo como os sujeitos interpretaram os significados.

Desse modo, considera-se que a realização dessa atividade de acordo com uma abordagem dialógica é fundamental para que os alunos possam atribuir significados e resignifica-los, se necessário. Entretanto, sabe-se que, para tal, é imprescindível a mediação do professor, introduzindo novas idéias, para levar o aluno à compreensão dos conceitos trabalhados no texto. Assim, o desenvolvimento do conteúdo do discurso se dá na medida em que as abordagens comunicativas vão sendo produzidas por meio de diferentes padrões de interação e intervenção do professor. (MORTIMER e SCOTT, 2002, p. 33 e 35).

Assim, será analisado se o professor leva em consideração o discurso do aluno dentro de suas próprias concepções, expressando assim mais de um ponto de vista, o que

denota uma abordagem dialógica, ou se o mesmo utiliza-se de uma abordagem de autoridade, considerando apenas a fala do aluno do ponto de vista do discurso científico construído em sala de aula, dentro de um único horizonte conceitual. A abordagem comunicativa será classificada como interativa mediante a participação de mais de uma pessoa e não-interativa mediante a não viabilização da participação de outras pessoas. É importante considerar que, de acordo com o que foi destacado por Mortimer e Scott (2002), no capítulo 1, a natureza das interações entre professor e alunos em aulas de ciências pode ser dialógica ou autoritária independentemente da abordagem ser ou não interativa, o que depende da postura do professor na condução do discurso.

Destaca-se ainda que para a realização da análise do discurso nesta pesquisa, será considerado o discurso em seu aspecto verbal, bem como os momentos de silêncio por parte dos interlocutores. A análise dos referidos aspectos pode contribuir para a identificação de características do contexto de interação que propiciam a aprendizagem dos conceitos trabalhados. Assim, não só o conteúdo abordado, mas também as dinâmicas das interações constituintes do contexto de sala de aula, serão enfocadas na análise dos dados da pesquisa em questão.

Com isso, considera-se que essa análise pode viabilizar a compreensão de como se dá o processo de construção de significados em sala de aula, explicitando o modo pela qual o professor representa os significados elaborados pelos alunos no decorrer do processo de ensino e aprendizagem, bem como detecta mal-entendidos ou incompreensões e, em virtude disso, como conduz a atividade, articulando novas idéias a fim de propiciar a aprendizagem por parte dos alunos.

4.2. Os sujeitos da pesquisa

A atividade foi realizada no primeiro semestre do ano letivo de 2004, tendo como sujeitos constituintes da pesquisa 14 alunos da 3ª série do ensino de jovens e adultos (supletivo), do período noturno, na faixa etária de 18 a 45 anos, de uma escola estadual situada no Centro Oeste paulista, bem como o professor de Física da referida sala.

Na realidade, havia 40 alunos matriculados na referida sala. Contudo, escolhemos apenas 14 como sujeitos da presente pesquisa, uma vez que, por se tratar de um curso de educação para jovens e adultos, a frequência de alunos foi muito flutuante. Assim, os fatores determinantes para a seleção dos sujeitos da pesquisa foram os seguintes:

- Buscamos aqueles alunos que mais freqüentaram as aulas no decorrer da atividade relativa a esta pesquisa;

- Dentre esses sujeitos, procuramos diversificar a escolha de acordo com o nível de participação dos mesmos, bem como com os padrões discursivos explicitados pelos sujeitos no decorrer da atividade.

Desse modo, selecionamos alunos com um alto nível de participação, mas também aqueles que, embora não muito participativos, apresentaram posições ideológicas ou posturas sociais que consideramos relevantes para a nossa análise.

Quanto à escolha do professor, enquanto sujeito da presente pesquisa, ocorreu em virtude de sua formação diferenciada, uma vez que o mesmo, na época em que aplicou o texto com os alunos, estava finalizando o doutorado em educação. Em uma conversa preliminar com esse professor, a fim de ser definida a sua postura no decorrer da atividade, o mesmo mostrou-se aberto e motivado em atuar como mediador entre o texto “Nosso Universo” e os alunos, de modo a favorecer a construção de um espaço dialógico em sala de aula.

A relevância dessa conversa preliminar deu-se porque, em um ensaio da utilização desse texto, por um outro professor de ensino médio, não envolvido com a pesquisa na área de educação, houve simplesmente a leitura do texto por parte dos alunos, sem que o professor mediasse a atividade. Assim, não houve a criação de um espaço dialógico por parte desse último professor. Com isso, o único elemento que poderia ser utilizado para a análise dos dados seria a leitura dos alunos, sem qualquer argumentação por parte do professor.

Um aspecto importante a destacar é que em primeiro lugar ocorreu a escolha do professor como sujeito da pesquisa. Como o mesmo trabalhava somente com classes de educação de jovens e adultos, foi escolhida aquela em que os alunos se mostraram mais participativos nas duas primeiras semanas de aula, antes do início da atividade relativa à presente pesquisa.

4.3. Os instrumentos e os procedimentos utilizados para a constituição dos dados

Os instrumentos utilizados para constituir os dados da presente pesquisa foram os seguintes:

- 1) Vídeogravações das aulas;
- 2) Avaliações realizadas ao fim de cada capítulo;
- 3) Avaliação escrita dos alunos sobre a atividade, realizada ao final da mesma;
- 4) Entrevista com o professor que aplicou a atividade;

A atividade foi realizada uma vez por semana, em aulas duplas, portanto, 100 minutos por semana. A duração da atividade foi de sete semanas, de 3 de março a 16 de junho de 2004, na seguinte seqüência:

- Capítulo 1: dia 03/03
- Avaliação do capítulo 1: 10/3
- Capítulo 2: dia 17/3
- Avaliação do capítulo 2: 24/3
- Capítulo 3: dia 31/03
- Avaliação do capítulo 3: dia 07/4
- Capítulo 4: dias 14/4 e 28/4
- Avaliação do capítulo 4: dia 05/5
- Capítulo 5: dia 12/5
- Avaliação do capítulo 5: dia 19/5
- Avaliação final de todos os capítulos: dia 26/5
- Entrega da avaliação do curso, pelos alunos, realizada em casa:
dia 02/6
- Entrevista com o professor: 16/6

O tempo de aplicação do capítulo 4 foi de duas semanas pelo fato de o mesmo ser mais extenso do que os outros capítulos. Esse tempo de atividade não foi pré-determinado, tendo o professor explorado com liberdade cada um dos capítulos.

Cada capítulo foi apresentado aos alunos no momento da aula, tendo sido feita a leitura dos mesmos, em voz alta, por vários alunos. Deixou-se claro que essa leitura poderia ser interrompida em qualquer instante, para qualquer comentário ou pergunta que o aluno desejasse formular. Ressaltou-se ainda a liberdade total de expressão sobre qualquer assunto que despertasse curiosidade, interesse, dúvida, ou mesmo vontade de expor algum fato. Procurou-se também deixar os alunos bem à vontade para que pudessem se expor sem medo de “errar”.

No início da atividade o professor enfatizou que, no decorrer da atividade, poderiam surgir questões que o mesmo não saberia responder, mas que, juntamente com os alunos, pesquisaria assuntos que ficassem pendentes durante a discussão.

Todas as aulas foram vídeogravadas e, ao final de cada capítulo os alunos realizaram uma avaliação sobre os mesmos. Ao final da atividade, foi aplicada uma avaliação final de todos os capítulos. Também foi solicitado que os alunos realizassem, em casa, uma avaliação, colocando as suas opiniões acerca da atividade, bem como sugestões para a melhoria da mesma.

Com relação ao processo avaliativo, pode-se dizer que o mesmo se deu continuamente, levando-se em consideração a participação dos alunos e o nível de interesse dos

mesmos, bem como o processo interativo no decorrer da atividade. Quanto às avaliações escritas, algumas questões foram elaboradas levando-se em consideração o contexto das discussões ocorridas no decorrer da atividade. De modo geral, pode-se dizer que as avaliações corresponderam a um momento privilegiado de estudo, em que os alunos explicitaram as suas opiniões sem constrangimentos. A avaliação do capítulo 4 foi com consulta ao texto histórico nele inserido, com o propósito de avaliar se o texto contribuiu para a percepção do caráter dinâmico da ciência por parte do estudante. Em algumas questões que envolviam formalizações matemáticas, o professor chegou a trabalhar alguns elementos fundamentais para a realização das mesmas, tal como notação científica, para que os alunos pudessem desenvolvê-las.

4.4. O estabelecimento das categorias como instrumento para a análise dos dados

Para a classificação das argumentações discentes e docentes da presente pesquisa, utilizamos como pano de fundo o objetivo geral do presente trabalho, que é o de investigar se atividades de ensino de Física fundamentadas na leitura de textos paradidáticos e na mediação do professor podem favorecer a construção de um espaço dialógico em sala de aula. Para tal, foram elaboradas duas categorias de análise que visam compreender quais são as características das argumentações discentes e da intervenção docente, mediante a interação entre professor, alunos e texto, provenientes do referido contexto de sala de aula.

Assim, a partir do referencial teórico apresentado nesta pesquisa, foram consideradas as categorias de análise, consistentes com a idéia de que tanto o professor, quanto os alunos atuam como “produtores da instância de interlocução”, interagindo simultaneamente, de modo que cada um possa se colocar como sujeito crítico, “mergulhado no social que o envolve”, estabelecendo-se assim, uma relação menos hierarquizada entre os mesmos.

A partir dessas colocações, é imprescindível que, no momento da análise, seja considerada que a estrutura dos argumentos são determinadas pela situação social, de modo que a interação entre os sujeitos é marcada pelas condições de produção do discurso. No decorrer da análise procurou-se ainda considerar que o silêncio pode assumir várias funções na ação comunicativa. Desse modo, foram analisados os argumentos elaborados por alunos e professor, bem como buscou-se distinguir os tipos de silêncio que suscitaram no decorrer da atividade.

Mediante essas considerações, a primeira categoria de análise foi criada considerando-se a postura dos alunos no que se refere aos tipos de argumentos utilizados pelos mesmos no decorrer da atividade.

Com relação à segunda categoria de análise, que se refere às caracterizações específicas do discurso do professor em sala de aula, foram utilizadas categorias e subcategorias elaboradas por Monteiro (2002).

4.4.1. Caracterizando as argumentações discentes

As categorias de análise das argumentações discentes foram elaboradas por nós, a partir de uma leitura prévia das transcrições das vídeo-gravações, considerando-se a postura dos alunos no que se refere aos tipos de argumentos utilizados por eles, tais como se os mesmos: elaboraram hipóteses, reelaboraram as suas idéias iniciais, questionaram ou concordaram com alguma hipótese colocada em questão, interagiram com o texto em busca de esclarecimentos, inseriram novos elementos às discussões, relacionaram as hipóteses colocadas com os seus conhecimentos prévios, refletiram sobre as hipóteses em questão.

1) Ação argumentativa elaborativa:

A presente subcategoria visa identificar se um determinado aluno durante o contexto de discussão de um determinado problema ou fenômeno elabora uma explicação para esse fenômeno ou problema.

2) Ação argumentativa concordante:

A presente subcategoria visa identificar se um determinado aluno durante o contexto de discussão de um determinado problema ou fenômeno concorda com a explicação elaborada por outro aluno ou pelo professor para esse fenômeno ou problema.

3) Ação argumentativa questionadora:

A presente subcategoria visa identificar se um determinado aluno durante o contexto de discussão de um determinado problema ou fenômeno questiona ou discorda de uma explicação apresentada por outro aluno, pelo professor, pelo texto para esse fenômeno ou problema, ou mesmo coloca alguma dúvida para ser esclarecida.

4) Ação argumentativa reelaborativa:

A presente subcategoria visa identificar se um determinado aluno durante o contexto de discussão de um determinado problema ou fenômeno reelabora explicações anteriormente apresentadas para esse fenômeno ou problema.

5) Ação argumentativa investigativa:

Visa identificar se o aluno busca o esclarecimento das dúvidas no texto, ou até se o mesmo fundamenta-se no texto para levantar questões.

6) Ação argumentativa de inserção

Visa identificar se o aluno insere algum elemento novo à discussão.

4.4.2. Caracterizando as argumentações docentes

Para a análise das argumentações docentes foram utilizadas as categorias e subcategorias elaboradas por Monteiro (2002).

1) Argumentação retórica:

a) Retórica de contextualização: corresponde a uma atitude discursiva por parte do professor que promove o envolvimento dos alunos com o tema em questão. Para isso, utiliza-se de sua autoridade para determinar os objetivos e conteúdos a serem considerados. Embora as idéias dos alunos não sejam levadas em consideração, desempenhando um papel passivo, essa postura do professor mostra a sua preocupação com a aprendizagem dos conceitos ensinados.

b) Retórica de exposição: corresponde a uma atitude discursiva que se caracteriza pela transmissão de informações que podem subsidiar a compreensão dos alunos do assunto em questão. O processo discursivo não é desencadeado por questões propostas aos alunos, mas sim organizado pelo professor. Aqui também o aluno desempenha um papel passivo.

2) Argumentação socrática:

a) Socrática de fornecimento de pistas: corresponde à fala do professor que tem por objetivo “dirigir o raciocínio dos alunos” (Monteiro, 2002), o que se dá por meio de uma explicação, ou do fornecimento de elementos que sustentem uma linha de raciocínio que levem o aluno à resposta correta, ou mesmo por meio de uma série de questões que conduzam o aluno a determinadas conclusões.

b) Socrática de remodelamento: ocorre quando o professor destaca algumas idéias colocadas pelos alunos que necessitam de maior detalhamento e precisão. Correspondem a ajustes realizados pelo professor, preenchendo lacunas conceituais, dando contornos precisos a determinados conceitos, a partir das idéias construídas pelos alunos.

c) Socrática de reespelhamento: corresponde à fala do professor autorizando ou não as idéias dos alunos. Usando de sua autoridade discursiva, ao repetir com ênfase ou gesticular de modo favorável, o professor legitima a idéia do aluno, o que inibi outras idéias contrárias. No entanto, por meio de uma negativa, ou mesmo da espera por outras respostas, o professor está indicando ao aluno que as suas idéias não estão corretas.

d) Socrática de elucidação: é a fala do professor que se dá a partir de perguntas colocadas pelos alunos, com o objetivo de clarear algumas idéias já expostas, mas não compreendidas pelos alunos.

3) Argumentação dialógica:

a) Dialógica de instigação:

Corresponde à fala do professor com o intuito de incentivar os alunos a explicitarem as suas opiniões, bem como a iniciarem o processo de interação em sala de aula.

b) Dialógica de contraposição:

É a fala do professor que visa destacar pontos contraditórios nos argumentos dos alunos ou mesmo gerar conflitos a fim de desencadear o confronto entre as idéias expostas.

c) Dialógica de organização:

Corresponde à fala do professor que busca a sistematização das idéias explicitadas pelos alunos, com o objetivo de “situá-los nas concordâncias e discordâncias”, viabilizando novas interações em sala de aula. Esse momento propicia a articulação entre as idéias colocadas.

d) Dialógica de recapitulação:

Corresponde à fala do professor que sintetiza todas as idéias discutidas pelos alunos para finalizar o debate.

e) Dialógica de recondução:

Corresponde à fala do professor que visa à retomada dos assuntos considerados pertinentes pelo mesmo para as discussões estabelecidas em sala de aula. “O professor regula a discussão definindo os limites e as derivações que não pertencem aos objetivos propostos pela aula” (MONTEIRO, 2002, p.97).

f) Fala avaliativa:

Corresponde à fala do professor que busca a lógica usada pelos alunos em determinadas afirmações. Esse procedimento investiga os motivos pelos quais os alunos externam uma opinião.

5. ANÁLISE DOS DADOS

Ao iniciar a atividade, o professor comentou que iria trabalhar dentro de uma nova abordagem naquela sala, utilizando-se de um texto paradidático denominado “Nosso Universo”, argumentando que a metodologia utilizada seria a leitura do referido texto e a discussão dos assuntos nele abordados. O professor destacou que o texto era constituído por cinco capítulos e que cada um desses capítulos seria distribuído aos alunos no momento de sua utilização em sala de aula. Para dar início à leitura, o mesmo ressaltou que cada aluno iria ler uma parte do texto e sugeriu ao aluno que se sentisse à vontade, que iniciasse a leitura, destacando que a mesma poderia ser interrompida a qualquer momento, por qualquer aluno que quisesse fazer comentários ou perguntas que desejasse formular. Ressaltou ainda a liberdade total de expressão sobre qualquer assunto que despertasse curiosidade, interesse, dúvida, ou mesmo vontade de expor algum fato, mesmo que não fosse referente à física.

O professor ainda alertou aos alunos que os mesmos não se sentissem constrangidos em se expressar, pois não seriam julgados por estarem certos ou errados, enfatizando, sobretudo, que as suas opiniões, independentemente de estarem ou não de acordo com as concepções científicas, seriam valorizadas e discutidas. Destacou também, a possibilidade de, no decorrer da atividade, surgirem questões por parte dos alunos que o mesmo não saberia responder, buscando superar a visão que “supõe o professor como dono e os alunos como receptáculos do conhecimento” (RICON e ALMEIDA, 1991).

Na hipótese de nenhum aluno interromper a leitura, o professor declarou em entrevista, que havia pré-selecionado momentos de interrupção da mesma em que o texto abordava conteúdos por ele considerados relevantes, para serem discutidos no contexto de sala de aula. Desse modo, os critérios usados pelo mesmo para as interrupções estavam vinculados aos objetivos propostos por ele relativos à presente pesquisa, considerando-se o público alvo em questão (estudantes de uma sala de educação para jovens e adultos). Nesses momentos, o professor, em princípio, daria a oportunidade para que os alunos se pronunciassem. Caso isso não ocorresse, o mesmo procuraria instigar um debate por meio de questões abertas, tais como: “e aí? Alguém gostaria de fazer algum comentário?”. Se mesmo assim nenhum aluno se colocasse, o professor se posicionava no sentido de instigar os alunos a se posicionarem, utilizando alguma colocação do texto. A partir do momento em que algum aluno colocava algum comentário, o professor procurava estabelecer o fluxo de comunicações a partir desse comentário.

Para a realização da análise dos dados da presente pesquisa, selecionamos alguns episódios relativos a alguns capítulos em que foram abordados diferentes aspectos que

consideramos relevantes de serem tratados nesta pesquisa. Ressaltamos que denominamos de episódio cada trecho lido até a ocorrência de uma interrupção, seja por parte de algum aluno ou do professor. Assim, foram selecionados todos os episódios do capítulo 1, os episódios de número 6, 7, 8 e 10 referentes ao capítulo IV e o primeiro episódio relativo ao capítulo V. Essa escolha deu-se em virtude dos diferentes enfoques presentes em cada um dos referidos episódios, tanto em relação ao conteúdo trabalhado no texto, como em relação à postura do professor mediante os conteúdos em questão.

No capítulo 1 foram trabalhados aspectos relacionados a diversos conteúdos físicos, de modo que a ênfase maior nesse capítulo foi para os conceitos vinculados a aos mesmos. No capítulo IV, foram trabalhados os diversos modelos científicos estabelecidos no decorrer da história acerca do sistema solar, de modo que a ênfase, nesse capítulo, foi dada ao caráter provisório e dinâmico dos conceitos científicos. No capítulo V, foram trabalhados aspectos relacionados à evolução tecnológica e científica vinculadas às necessidades sociais e ao interesse político, bem como a maneira pela qual essa evolução tem provocado danos ao meio ambiente. Desse modo, no capítulo I serão analisados os conteúdos físicos trabalhados, bem como a forma como os mesmos foram abordados. Nos episódios relativos ao capítulo IV serão analisadas as dinâmicas discursivas mediante a utilização da história da ciência. No único episódio selecionado do capítulo V serão analisadas as dinâmicas discursivas sob a ótica da interação entre os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais. É importante ressaltar que o processo de análise enfocou o discurso verbal, bem como a relevância do silêncio inerente ao fluxo de comunicação.

5.1. Análise dos episódios de ensino referentes aos capítulos

No início da atividade o professor comentou sobre a metodologia a ser desenvolvida e orientou os alunos que colocassem todas as suas observações ou aquilo que despertasse a atenção dos mesmos.

P: Tudo que vocês quiserem falar, falem, não se preocupem se tem a ver com Física ou não, aqui não existe erro, tudo vai ser considerado, discutido, aqui somos iguais, e pode até acontecer de vocês falarem algo que eu não saiba responder, e aí nós vamos juntos pesquisar. A gente parte do pressuposto de que não existe certo e errado e que tudo que for falado é importante.

Esse comentário do professor pode proporcionar aos alunos liberdade para explicitarem as suas idéias, superando a inibição e o medo de errar.

Os episódios, a seguir, foram separados por momentos de leitura até a ocorrência de uma interrupção, seguindo a sequência do texto. A transcrição dos diálogos se deu quase em sua forma bruta, uma vez que foram retirados apenas alguns momentos em que o professor solicitava que os alunos se colocassem um de cada vez, quando os mesmos tentavam falar simultaneamente durante o fluxo de comunicação. Com relação aos momentos de conversas paralelas, em que alguns alunos conversavam sobre outros assuntos desvinculados do contexto em questão, o professor optava por parar a atividade a fim de pedir que os mesmos não “atrapalhassem” o decorrer da mesma. Os momentos de silêncio e vacilações foram ressaltados nas transcrições, de modo que os últimos foram traduzidos pelo símbolo “(...)” na fala dos sujeitos.

Para a análise da postura do professor, a fim de mediar a dinâmica das relações entre os sujeitos no decorrer da atividade, foram utilizadas as abordagens comunicativas elaboradas por Mortimer e Scott (2002), os padrões discursivos ressaltados por Orlandi (2001), bem como os padrões de interação destacados por Capecchi e Carvalho (2000).

5.1.1. Capítulo I

Episódio 1:

Capítulo I

O SONHO DE ÍCARO

Triiiim!Triiiim!Triiiim!

- Pô, que saco...já é de manhã...mais um dia...

Enquanto se arrumava, Ícaro ia repassando o dia que vinha pela frente. O mesmo café da manhã ... de bom mesmo só o "bom dia" de sua mãe.

- Como será que ela agüenta? Todo dia a mesma coisa: rotina, rotina, rotina... Acho melhor arrumar o material. Hoje eu tenho 5 aulas: duas de Matemática... Oba, Educação Física!... Vai "dá" para bater uma bolinha! Em compensação, para terminar, Física. Espero que a aula seja um pouco mais interessante.

Ícaro, como qualquer outro adolescente, sentia-se perdido e em dúvida com uma série de transformações que ocorriam, não só em sua vida, mas também em seu corpo, que o deixavam confuso em busca de respostas que não encontrava. Naquele dia, porém, algo parecia conspirar a seu favor; sua sensibilidade parecia aflorar, pois sentia que algo começaria a mudar em sua vida. Não via a hora de fugir das aulas para chegar mais cedo em casa. O tempo se apressou em realizar a tarefa e tudo aconteceu muito rápido. Chegou logo em sua casa, onde se deparou com o melhor e o mais emocionante momento do dia, quando tudo se transformou e sua vida pareceu ter mais sentido. Ali, ele estava diante de seu computador, considerado seu melhor amigo, seu fiel companheiro, sua realidade virtual. Era assim todo o dia, insistentemente. Aquele dia, entretanto, parecia brilhar mais intenso que o próprio brilho das estrelas. Sua imaginação parecia ir mais além, quando o inesperado aconteceu. Ao entrar em uma sala de bate papo, a mesma de sempre, estava

todo mundo lá: o Bip-bip, Xmen, apaixon@da, Keridinha, @riskinh@ e Ícaro, a fina flor da net, que foi surpreendido por uma mensagem de um novo visitante que logo lhe interessou. Era algo que realmente o incomodava e ao mesmo tempo parecia dar mais sentido e empolgação a sua vida. A mensagem apresentava a letra de uma música, algo muito diferente, porém extremamente poético, que logo mexeu com sua imaginação. Existiam trechos da música realmente fortes, um deles dizia: "Eu sou feito de resto de estrelas..."

Tubi Tupi (Lenine/Carlos Rennó)	
Eu sou feito de resto de estrelas como o corvo o carvalho e o carvão As sementes nasceram das cinzas De uma delas depois da explosão Sou o índio da estrela veloz e brilhante O que é forte como o jabuti O de antes de agora em diante E o distante galáxias da aqui Canibal tropical, qual o pau Que da nome à nação, renasci Natura, analógico e digital Libertado astronauta tupi Eu sou feito do resto de estrelas, Daquelas primeiras depois da explosão. Sou semente nascendo das cinzas Sou o corvo, o carvalho e o carvão.	O meu nome é tupi, Guaykuru Meu é Peri de Ceci Eu sou neto do Caramuru Sou Galdino, Juruna e Raoni E nos cosmo de onde eu vim Com a imagem do caos Me projeto futuro sem fim Pelo espaço num tour sideral Minhas roupas estampam em cores A beleza do caos atual As misérias de mil esplendores Do planeta Neanderthal.

No presente episódio, após ouvirem a música Tubi Tupi (Lenine), em que é destacada a frase "(...) eu sou feito de resto de estrelas (...)", o professor colocou esse problema para ser discutido por meio de uma pergunta, o que deu origem a várias explicações, algumas fundamentadas na ciência, enquanto outras, míticas, relacionadas à bíblia.

Discussões relativas ao Episódio 1 – Capítulo I

1. P: <i>A palavra está com vocês, nós somos feitos de resto de estrelas?</i> 2. Fab: <i>Eu já ouvi falar uma história que dizem isto, que o homem é feito de estrela.</i> 3. Kat: <i>eu nunca ouvi falar nisto não!</i>	1. O professor utilizou uma argumentação dialógica de instigação, a fim de levar os alunos a explicitarem as suas opiniões.
---	--

(acha graça e ri). <i>Vivendo e aprendendo.</i> 4. P: <i>Quem é que ouviu falar?</i> 5. Fab: <i>eu já ouvi falar histórias sobre isso.</i> 6. Hel: <i>Talvez aqui ele esteja puxando talvez pelo big bang, que foi uma explosão de astros que criou o Universo, e para surgir a Terra hoje existe a teoria do big bang de que de uma explosão veio todos os planetas, a Terra e por consequência, o homem na Terra, pode se pensar neste raciocínio também.</i> 7. P: <i>o raciocínio do Lenine é este? As estrelas são feitas do que? Você é feito do que?</i> 8. Fab: <i>Matéria.</i> 9. Mar: <i>De carne e osso (fala e sorri).</i> 10. P: <i>A estrela é carne e osso?</i> 11. Kat: <i>Nós somos feitos de carne e osso eu acho.</i> 12. Cle: <i>Sabe que faz sentido o que ele falou mesmo!</i> 13. P: <i>Será?</i> 14. Cle: <i>Eu acho!</i> 15. P: <i>O que você acha?</i> 16. Cle: <i>É como ele disse, fomos criados de estrelas, que antes de tudo era apenas um planeta e depois houve uma explosão e formou partículas, estrelas outros planetas, e como diz a lenda, a gente veio</i>	6. Hel utilizou três tipos de ações argumentativas: elaborativa, investigativa e de inserção, ao colocar um novo elemento, o “Big Bang” em sua explicação. 7. O professor utilizou uma argumentação dialógica de instigação. 8. Fab lançou a sua hipótese, por meio de uma ação argumentativa elaborativa. 9, 11. As alunas Mar e Kat demonstraram uma ação discursiva questionadora, pois, pela maneira como se colocaram, parecem não ter identificado “carne e osso” como sendo matéria, de modo a não estabelecerem relações entre os seres humanos e a formação do Universo, talvez por não possuírem em seus conhecimentos prévios determinadas concepções sobre a estrutura da matéria que compõem as estrelas e o ser humano. 12,14. O aluno Cle, após refletir sobre o assunto, admitiu como verdadeira a hipótese levantada pelo aluno Hel, mediante uma ação discursiva concordante. 15. A ação argumentativa de instigação do professor oportunizou a ocorrência da polifonia, viabilizando que diversas perspectivas se fizessem presentes nos enunciados dos alunos. 16. Cle demonstrou relacionar a hipótese colocada por Hel com o seu conhecimento mítico sobre o assunto, estabelecendo essa relação por meio do seguinte raciocínio: “o homem veio do pó, mas o pó é a Terra que veio
---	---

<i>do pó, e como a gente veio do pó a gente veio do solo e se houve essa explosão que formou a Terra, então (...) como a Terra veio da estrela, da explosão que veio antes, a lenda diz que a gente veio do pó.</i> 17. Kat: <i>Como dizem, Adão veio do pó.</i> 18. Cle: <i>Então o primeiro homem na Terra veio do pó, que é o Adão, ai depois disso...</i> 19. Kat: <i>Depois disso, etc etc etc.</i> 20. Cle: <i>Sou feito de resto de estrelas.</i> 21. P: <i>Por esta frase, essa matéria que compõe a gente, carne, pele, isso é resto de estrelas, qual é a ligação disso? Do que é feito a estrela? Ou seja, o que é uma estrela, do que ela é feita, e como é que faz esta ligação de que a matéria que compõe nosso corpo é resto de estrela? Como é que pode ter acontecido isto?</i> 22. Todos ficam um pouco em silêncio. 23. P: <i>Alguém tem mais alguma observação sobre alguma coisa que chamou a atenção nesta primeira parte?</i> 24. Oli: <i>Eu tenho, Ícaro achava rotina, o mesmo café da manhã e as aulas, no começo deu para entender que ele gostava do jogo de bola, e depois ele foi para o lado do computador, ele não gostava da rotina de sempre, de ir para a escola...</i> 25. P: <i>Assistir aula de física.</i> 26. Oli: <i>Ele gostava de educação física.</i>	das estrelas”. Ao proceder dessa forma utilizou uma ação discursiva elaborativa. 17. A aluna Kat demonstrou uma ação discursiva concordante com a argumentação do colega Cle, ao relacionar os seus conhecimentos prévios (“Adão veio do pó”) com o conhecimento mítico colocado por Cle. 21. O professor permaneceu com a mesma postura dialógica de instigação, a fim de viabilizar a polifonia. 22. Este silêncio pode significar timidez, por ser a primeira aula, podendo significar ainda que os alunos não estavam conseguindo expressar os seus pensamentos em forma de palavras, ou estabelecer relações ou hipóteses para o problema colocado, ou mesmo que discordavam das colocações do professor, mas não queriam se posicionar. 23. Neste momento o professor procurou mudar o enfoque da discussão para promover novas discussões acerca de outros assuntos, procedendo novamente por meio de uma abordagem dialógica de instigação. 24. Oli interagiu com o texto (ação argumentativa investigativa).
---	---

27. P: <i>Física não.</i> 28. Oli: <i>O que me chamou a atenção foi isto, ele achava rotina, ir para a aula todo dia.</i> 29. P: <i>Você gosta de rotina?</i> 30. Oli: <i>Rotina não é legal não.</i> 31. P: <i>Essa história do big bang é uma teoria para explicar o surgimento do universo (...) De acordo com essa teoria, toda matéria estaria concentrada em um local só, concentrada, e essa matéria devido à atração gravitacional exercida por ela (aqui o professor explicou a teoria do big bang, utilizando o conceito de campo gravitacional).</i>	31. O professor usou uma argumentação socrática de remodelamento, a fim de detalhar e precisar as idéias colocadas por Hel.
--	--

No início do episódio 1, o professor utilizou uma argumentação dialógica de instigação a fim de levar os alunos a explicitarem as suas opiniões. Entretanto, ao instigar os alunos, o professor já enfocou o problema (nós somos feitos de restos de estrelas), a fim de que os alunos elaborassem as suas hipóteses, direcionando assim as respostas dos mesmos, o que resulta numa polissemia controlada, tal como aponta Orlandi (2001) ao definir o discurso polêmico. Com isso, alguns alunos se colocaram a respeito do assunto, sem elaborar hipótese para o problema em questão. Desse modo, o professor continuou instigando os alunos (momento 4), o que levou o aluno Hel a estabelecer uma hipótese para o problema em questão (momento 6).

É possível perceber que Hel, por meio de uma ação discursiva elaborativa, conseguiu estabelecer a relação entre a matéria da qual é formado o ser humano e uma estrela, propondo uma hipótese semelhante à científica (Big bang) sobre como ocorreu a transformação da matéria que compõe a estrela em matéria que compõe o ser humano. Para tal, o mesmo interagiu com o texto (ação argumentativa investigativa) relacionando os seus conhecimentos prévios com a informação do texto, demonstrando assim a ocorrência de aprendizagem significativa. O raciocínio utilizado pelo aluno se deu em três etapas, de modo que, na primeira, o aluno identificou a estrutura da matéria que forma o ser humano, na segunda identificou a estrutura da matéria que forma uma estrela e na terceira estabeleceu a relação entre as duas primeiras.

O professor, com o intuito de levar outros alunos a construírem o sentido da frase em questão, continuou instigando os mesmos, por meio de uma argumentação dialógica de

instigação, sem atribuir qualquer comentário às colocações de Hel, uma vez que se o fizesse poderia cessar as possíveis enunciações, deixando assim de ocorrer a polissemia aberta.

Com a pergunta do professor (momento 7), o mesmo direcionou novamente o assunto (polissemia controlada) para que outros alunos se colocassem, levando Fab, Mar, Kat e Cle a elaborarem as suas respostas. A partir da resposta elaborada por Hel e da postura instigativa do professor, dentro de uma polissemia controlada, o aluno Cle (momento 16) demonstrou ter refletido acerca das referidas colocações e, com isso, elaborou os seus argumentos, fundamentado em suas concepções míticas sobre a criação do homem. Em seus argumentos, Cle demonstrou uma aprendizagem significativa crítica, uma vez que o mesmo elaborou um modelo fundamentado na sua visão de mundo, relacionando de forma não arbitrária e substantiva o problema em questão com os conhecimentos presentes em sua estrutura cognitiva.

Kat (momento 17) demonstrou concordar com Cle. Essas colocações de Cle e Kat (momentos 16, 17, 18 e 19) podem demonstrar que os significados atribuídos pelos mesmos foram determinados “pelas posições ideológicas que estão em jogo no processo sócio-histórico” (PÊCHEUX, p.160) em que são produzidos, evidenciando o complexo de formações ideológicas que fornecem a realidade desses alunos, enquanto sistemas de significações percebidos, aceitos e experimentados. Assim, o efeito dos sentidos atribuídos por esses alunos está relacionado aos contextos em que estão inseridos, denotando que o sujeito da linguagem não é o sujeito em si, mas o sujeito social, “interpelado pela ideologia”.

O professor continuou levantando questões (momento 21), assumindo uma polissemia controlada, a fim de direcionar a atividade, com o intuito de instigar os alunos a explicitarem as suas opiniões acerca do assunto colocado em questão pelo professor. Entretanto, os alunos permaneceram em silêncio, o que pode ser um indício de que os mesmos nada tinham a acrescentar. Desse modo, classificamos o padrão de abordagem comunicativa até o presente momento (do 1 ao 21), como interativo/de autoridade (MORTIMER e SCOTT, 2002), em que o professor conduziu os alunos por meio de uma seqüência de perguntas e respostas, a fim de chegar a um ponto de vista específico. Quanto ao padrão discursivo ocorrido na dinâmica dessa seqüência, classificamos como IRF eliciativo (BAKHTIN, 1993, apud CAPECCHI e CARVALHO, 2000), em que o professor procurou estimular os alunos a acrescentarem novas idéias e argumentos à discussão, a fim de levá-los a uma fala cada vez mais elaborada.

A seguir, o professor assumiu um discurso lúdico (momento 23), sem direcionar o assunto, a fim de levar os alunos a colocarem o assunto abordado pelo texto que mais chamou a

atenção dos mesmos. Essa sua postura resultou numa polissemia aberta, levando Oli a demonstrar que, ao interagir com o texto, teve a sua atenção voltada aos hábitos de Ícaro, relacionados a sua rotina. Isso mostra que o aluno se sentiu à vontade para mencionar o que lhe despertou a atenção, mesmo não tendo relação com a física. É importante destacar que isso denota a postura não autoritária do professor, dando margem para que o aluno se colocasse sem medo de ser julgado.

Em virtude de o aluno Hel ter citado a teoria do big bang em seu comentário, o professor, por meio de uma argumentação socrática de remodelamento, a fim de promover o envolvimento dos alunos com o referido tema, abordou sobre o assunto, resumidamente. Será que foi adequada a abordagem desse tema, neste momento, ou o professor poderia ter aguardado o texto abordar o assunto? Cabe ressaltar, entretanto, que a referida explicação resultou de uma decisão que o professor teve que tomar mediante a colocação do aluno Hel sobre o tema.

Com relação ao conteúdo trabalhado no presente episódio, o professor aproveitou a teoria do big bang, abordada por He, para explicar a formação do sistema solar o que o levou a ressaltar o campo gravitacional, sem abordar o seu conceito (momento 31). Com isso, o mesmo começou a focar o conceito de campo gravitacional, por meio de uma abordagem comunicativa não-interativa e de autoridade (MORTIMER e SCOTT, 2002), ciente de que o mesmo iria surgir no decorrer da leitura do texto, oportunizando assim o seu aprofundamento nos episódios subsequentes.

Episódio 2: continuação da leitura do texto

- Legal! Quem enviou? - exclamou Ícaro curioso - O que ele quer dizer com isto?

Rapidamente Ícaro envia uma mensagem perguntando:

Ícaro: De onde vc está tc ?

Dédalo: De algum lugar do seu universo.

Ícaro: Por que vc mandou esta msg ?

Dédalo: Porque ela pode responder algumas dúvidas.

Ícaro: Somos feitos de resto de estrelas? Tá maluco?

Dédalo: Todas as coisas, tudo...tudo mesmo, inclusive nós," *o corvo, o carvalho e o carvão*" somos feitos de uma mesma substância que veio das estrelas, como diz a letra da música.

Ícaro: Isto é uma música? Legal! Como eu faço para ouvir?

Dédalo: Vá até www.uol.com.br - rádio uol - Buscar CD Na pressão - música Tubi Tupy ⁽¹⁾

Dédalo: Ouça a música e , se vc estiver por aqui mais tarde ou outro dia, nós conversaremos mais sobre este assunto.

Ícaro: Legal! Vou buscar esta música.

Ícaro sai da sala de bate papo e vai em busca da música.

Enquanto ouve a música, acaba pegando no sono e começa a sonhar.

Naquele momento o que parecia ser real transpunha-se para o mundo do imaginário, e começava a viajar pelo universo.

– Nossa! Meu corpo criou asas, será que estou sonhando? Não é possível! Este mundo não é real.

As imagens com que se deparava eram fascinantes, porém inconcebíveis, pois sua visão estava limitada pelo que simplesmente tinha até então observado da Terra. As cores que conseguia observar de seu próprio planeta o fascinavam e se questionava como tudo poderia ter ficado desta forma, e a cada momento novas imagens e situações intrigantes surgiam. Começava a ter a sensação de leveza. Ícaro percebe que já não batia suas asas para voar e o silêncio era absoluto, algo que não conseguia explicar e ao mesmo tempo o amedrontava.

(1) ver apêndice capítulo I

Discussões relativas ao Episódio 2 – Capítulo I

32. P: <i>e aí?</i>	32,35,37,39. O professor iniciou o episódio com uma argumentação dialógica de instigação.
33. Silêncio	33. Este silêncio dos alunos pode significar, segundo Santos e Mortimer (2002), resistência ou dificuldade em argumentar acerca do conteúdo em questão.
34. Kat: <i>Ele viajou na música ele sonhou com a música.</i>	
35. P: <i>O que ele sentiu?</i>	
36. Reg: <i>Que não era real, ele sonhou.</i>	
37. P: <i>O que ele sentiu no sonho?</i>	
38. Fab: <i>Deslumbramento, ficou deslumbrado com o que estava no sonho dele.</i>	
39. P: <i>Era um sonho não é? O que você ia dizer?</i>	
40. Cle: <i>Ele achava que era uma coisa louca da música, no fim ele acabou dormindo e acabou vivendo essa música.</i>	
41. Pri: <i>Vivendo essa música no sonho.</i>	
42. Cle: <i>Criou asa, tendo essa imagem</i>	

<i>dentro dele também.</i> 43. P: <i>Deixe eu falar uma coisa para vocês, era o sonho dele e lógico que no sonho você pode fazer qualquer coisa, mas ele estava com as asas e daí ele voou no sonho. Uma pergunta, por que precisa da asa para voar? Por que um pássaro voa?</i> 44. Ric: <i>Por causa da asa (o pessoal deu risada).</i> 45. P: <i>Por que os pássaros voam?</i> 46. Luc1: <i>Porque ele é levinho e ele flutua, não é porque ele é leve, porque ele é levinho?</i> (pergunta ao professor) 47. P: <i>O que?</i> 48. Luc.1: <i>O pássaro? Por ele ser levinho com a asinha ele faz o ventinho então ele consegue subir, ficar no ar, não sei, talvez seja isso!</i> 49. Cle: <i>Se bem também que, você diz que é porque ele é levinho, mas tem algumas coisas pesadas que voam. Acho que não é só por causa de leveza.</i> 50. Fab: <i>por causa do ar.</i> 51. Mar: <i>Acho que é coisa da natureza eu acho, é coisa de Deus. É só Deus mesmo que explica, acho que o ser humano não tem uma explicação concreta para isso (o pessoal ri) porque se for assim a gente também vai voar, e quem é que não quer voar.</i> 52. Fab: <i>Mas se isso não tivesse explicação, o avião não estaria voando.</i>	43. Aproveitando-se da colocação de Cle, sobre o vôo, o professor, utilizou uma argumentação dialógica de recondução, procurou, por meio de uma pergunta, direcionar a discussão para os conhecimentos físicos relativos ao “vôo”, levando os alunos a colocarem as suas hipóteses para explicar esse fenômeno. 44. Ric elaborou uma resposta óbvia com o objetivo de fazer uma brincadeira (ação argumentativa elaborativa). 48. Luc1 colocou a sua hipótese, por meio de uma ação argumentativa elaborativa. Embora um tanto insegura, afirmou que o efeito de voar acontece em virtude de o pássaro ser leve. Acrescentou ainda, entre linhas, a necessidade do ar (ação e reação) para que ele suba. 49. Por meio de uma ação argumentativa questionadora, o aluno Cle utilizou um contra-argumento para confrontar a hipótese levantada por Luc1. 50. Mediante o contexto de discussão, Fab demonstrou concordar com o argumento de Cle (ação argumentativa concordante), complementando as idéias do mesmo, por meio de uma ação argumentativa de inserção, colocando um novo elemento que envolve o fenômeno em questão. 51. Mar apresentou em sua ação argumentativa questionadora, uma explicação (ação argumentativa elaborativa) de caráter mítico. 52. Fab colocou em questão (ação argumentativa questionadora) o argumento de Mar.
--	---

53. Mar: <i>Mas é vida</i> 54. Fab: <i>Mas é o mesmo principio. Quem criou o avião pegou o principio do passarinho e aplicou no avião. Velocidade e o ar.</i> 55. P: <i>Como é que é?</i> 56. Fab: <i>Impulsiona para cima e voa, isso ai (balão, planador) é tudo com ar quente que voa, pega o ar quente lá nas térmicas de ar e voa.</i> 57. Cle: <i>Você disse que precisa da velocidade, mas e esses passarinhos que param no ar?</i> 58. Luc2: <i>Então!</i> 59. Fab: <i>E o ar, os gaviões estão a 2000 metros de altura, ele fica parado no ar, o próprio ar faz ele voar.</i> 60. Mar: <i>Não sei não!</i> 61. Hel: <i>A asa do passarinho, ao mesmo tempo que ela é usada para deslocar o ar, quebrando a força gravitacional maior, ela também serve como equilíbrio para que ele possa se movimentar no ar, ao mesmo tempo que ele bate as asas ele está tirando o ar da frente dele e fazendo com que ele fique em equilíbrio com a gravidade, seria uma forma de parar no ar.</i> 62. P: <i>O que vocês acham?</i> 63. Kat: <i>Acho que é por ai que ele falou, as asas são propriamente para isso que ele está falando.</i>	53. Mar insistiu na sua hipótese inicial. 54. Fab elaborou a sua hipótese (ação argumentativa elaborativa), inserindo novos elementos à discussão, por meio de uma ação argumentativa de inserção. 55. Por meio de uma fala avaliativa, o professor agiu de modo a investigar a lógica dos argumentos de Fab. 56. Fab elaborou a sua hipótese, por meio de uma ação argumentativa elaborativa. 57. Cle colocou em questão a afirmação de Fab, por meio de uma ação argumentativa questionadora, colocando um novo elemento à discussão (ação argumentativa de inserção). 58. Luc2 demonstrou concordar (ação discursiva concordante) com o contra-argumento levantado pelo aluno Cle ao excluir “Então!”. 59. Fab elaborou outra hipótese (ação argumentativa elaborativa) para explicar a colocação de Cle. 60. Mar continuou questionando (ação argumentativa questionadora) os argumentos de Fab. 61. Hel colocou a sua hipótese, por meio de uma ação argumentativa elaborativa, inserindo alguns elementos científicos para explicar o fenômeno (ação argumentativa de inserção). 62. O professor continuou instigando os alunos (argumentação dialógica de instigação). 63. Kat demonstrou concordar (ação argumentativa concordante) com a hipótese de Hel.
---	---

64. P: <i>Sem ar vocês acham que o pássaro voaria?</i> 65. Hel: <i>Não!</i> 66. Reg: <i>Nem viveria.</i> 67. P: <i>É verdade, não teria nem respiração. Vamos voltar nesta questão do pássaro ser leve e voar, como o aluno disse, o avião é meio pesado em relação ao pássaro.</i> 68. Mar: <i>É, mas o avião tem motor, e o passarinho não tem não, seria coisa da natureza.</i> 69. P: <i>O avião tem motor, tudo bem, mas o motor sem asa resolveria alguma coisa?</i> 70. Mar: <i>É, mas o passarinho não tem, o passarinho é da natureza, o passarinho é vida, não é coisa.</i> 71. P: <i>Qual é o motor do passarinho?</i> 72. Mar: <i>A vida dele.</i> 73. P: <i>Ele tem um motor também, diferente do avião, mas tem.</i> 74. Mar: <i>Eu acho totalmente diferente.</i> 75. Pri: <i>É o coração.</i> 76. Oli: <i>A asa delta não tem motor e voa, mesma coisa da gravidade e alguma coisa forçada, tem coisa que trabalha com a gravidade e tem coisa que trabalha forçada, eu acho que nesse ponto é a mesma coisa.</i>	64. O professor utilizou uma argumentação socrática de fornecimento de pistas. 66. Reg, por meio de uma ação argumentativa de inserção, enfocou outro elemento envolvido no fenômeno. 67. O professor, por meio de uma argumentação socrática de reespelhamento, autorizou o argumento de Reg e, a seguir, utilizou-se de uma argumentação dialógica de recondução a fim de direcionar a discussão para os conceitos relativos ao vôo. 68. Mar elaborou (ação argumentativa elaborativa) uma nova hipótese para justificar o seu argumento inicial. 69. O professor usou uma argumentação socrática de fornecimento de pistas, a fim de inserir outro elemento à discussão, com o intuito de levar Mar à reflexão e ao conflito cognitivo. 70,72,74. Mar continuou com o mesmo argumento inicial (ação argumentativa elaborativa e questionadora). 71,73. O professor colocou uma argumentação socrática de fornecimento de pistas, a fim de tentar levar a aluna Mar a reelaborar as suas idéias. 75. Pri usou uma ação argumentativa elaborativa, a fim de responder qual é o “motor do pássaro”. 76. Oli, por meio de uma ação argumentativa questionadora, colocou em jogo a necessidade do motor, elaborando uma argumentação (ação argumentativa elaborativa) a fim de explicar o caráter dispensável do motor. Percebe-se assim que Oli assumiu três ações argumentativas: de inserção, ao colocar um novo exemplo à discussão, elaborativa e questionadora.
--	--

77. P: <i>Como é que é?</i> 78. Oli: <i>A gravidade e o trabalho forçado. Têm coisas que trabalham com gravidade e têm outras que trabalham com um sistema forçado, e o avião, no caso, é um sistema forçado, porque tem motores, no caso eu acho isso.</i> 79. Luc2: <i>Quer dizer que se o avião tivesse só o motor e não tivesse as asas ele não voaria?</i> 80. P: <i>E aí? Se o avião só tivesse o motor e não tivesse asa ele voaria?</i> 81. Cle: <i>Apesar que tem o ultraleve, ele é planador.</i> 82. Fab: <i>Ele voa sem motor, mas não voa sem asa.</i> 83. Hel: <i>Ele plana, ele vai descendo, ele não mantém um plano reto no vôo, sem asas um avião a velocidade que ele desempenha, a asa praticamente quebra a barreira do ar, e se ele estiver em uma velocidade baixa ele cai, se ele voar numa velocidade baixa, ele pode ter a asa que tiver que ele vai cair.</i> 84. Kat: <i>E o helicóptero?</i> 85. P: <i>E o helicóptero?</i> 86. Hel: <i>Tanto que ele tem uma hélice que impulsiona ele para frente, e a de trás mantém o equilíbrio dele, então a de trás faz ele cortar a barreira do vento ou do ar, e a de cima faz ele manter o ponto de equilíbrio, o que seria um passarinho hoje, ele bateria as asas para quebrar a corrente de ar, e ao mesmo tempo se equilibrar, mas um beija flor, quando ele</i>	77. Esta atitude do professor denotou uma fala avaliativa, a fim de buscar a lógica do argumento elaborado por Oli. 79. Luc2 se colocou por meio de uma ação argumentativa questionadora. 80. Com esta pergunta o professor deu prosseguimento à discussão, agindo assim por meio de uma argumentação dialógica de instigação. 81,82,83. A ação argumentativa questionadora de Luc2 levou os alunos Cle e Fab a refletirem sobre o caráter imprescindível das asas e o aluno Hel a elaborar uma argumentação a fim de explicar a necessidade das asas e do motor, no caso de se tratar de um avião. 84. Kat elaborou uma pergunta (ação argumentativa questionadora) inserindo outro elemento à discussão (ação argumentativa de inserção). 85. O professor assumiu uma postura dialógica de instigação. 86. O aluno Hel, por meio de uma ação argumentativa elaborativa, buscou uma explicação para o fato de o helicóptero e o beija flor conseguirem se equilibrar no ar.
---	---

<i>pára para beijar uma flor, tomar o néctar, ele está parado mas ele está batendo as asas para manter o equilíbrio e cortar a barreira de vento do ar, essa é a minha visão.</i> 87. P: <i>O formato da asa tem alguma coisa a ver com fato dele ficar no ar?</i> 88. Kat: <i>Eu não entendi a pergunta.</i> 89. P: <i>Eu perguntei se o formato da asa, a asa do pássaro tem um formato, esse formato tem alguma coisa a ver com o passarinho conseguir voar, se a asa do pássaro fosse de um outro jeito (...)</i> 90. Fab: <i>Tem sim.</i> 91. Mur: <i>É claro que tem!</i> 92. Reg: <i>Eu acho que voaria do mesmo jeito.</i> 93. Hel: <i>Eu acho que não, senão teria galinha voando.</i> 94. Hel: <i>Se a asa do passarinho tivesse qualquer formato e ele voasse, tem aves que não voam, a galinha tem asa, mas ela não consegue ...</i> 95. Ric: <i>Papagaio você corta a asa dele e ele já não voa.</i> 96. P: <i>Se cortar o rabo o passarinho...</i> 97. Kat: <i>Não voa não é?</i> 98. P: <i>Não voa.</i> 99. Fab: <i>Fiquei sabendo que se tirar uma pena da asa da pomba ela não voa mais! Qual será a maior ave que voa?</i> 100. P: <i>A maior ave que voa?</i> 101. Kat: <i>É a águia.</i> 102. Vários alunos dizem: <i>Águia.</i>	87,89. O professor utilizou uma argumentação socrática de fornecimento de pistas. 90,91,92. Fab, Mur e Reg elaboraram as suas hipóteses (ação argumentativa elaborativa). 93,94. Hel assumiu uma ação argumentativa questionadora com relação à afirmação da aluna Reg. 95,97. Ric e Kat demonstraram concordar (ação argumentativa concordante) com os argumentos de Hel.
---	--

103. Kat: <i>E aquele com um pescoço comprido como chama?</i> 104. Ric: <i>Avestruz!</i> 105. Kat: <i>Não, tem uma outra.</i> 106. P: <i>Siriema?</i> 107. Fab: <i>É porque tem asinha pequeninha.</i> 108. Kat: <i>Desproporcional ao tamanho.</i> 109. Cle: <i>Estão falando que a seriema é uma ave muito pesada e por isto ela não voa, então porque na época dos dinossauros tinha um brotossauro que voava também? Ele era imenso de grande e pesado também.</i> 110. P: <i>Essa questão do vôo a grande questão que intriga é a seguinte: como é que coisas tão pesadas conseguem voar, ficar flutuando no ar. Vocês levantaram pontos interessantes pelo que deu para observar, a questão do ar, essa é uma questão importante para que o objeto que esteja voando consiga voar. Ele bate as asas, ele aplica uma força no ar para baixo, vocês já ouviram falar na terceira lei de Newton? Aquela lei chamada: ação e reação? Ele aplica uma força no ar para baixo, e o ar reage e aplica uma força na asa dele para cima. Se a força que o ar faz na asa dele para cima for maior que o peso do passarinho, o que acontece? Você tem uma força maior para cima do que o peso para baixo, e isso provoca ou gera as condições para que ele consiga subir e voar. Quando ele terminou de subir e já está na altura que ele quer, quando ele só quer manter aquela altura voando sem bater as asas, ele abre as asas de tal forma que o formato da asa do passarinho favoreça com que a passagem do ar pela asa segure o passarinho no ar, ele usa o ar como apoio, o avião usa esse mesmo</i>	107. Fab elaborou a sua argumentação (ação argumentativa elarativa). 108. Kat, por meio de uma ação argumentativa concordante, demonstrou aceitar a suposição de Fab. 109. Cle posicionou-se mediante uma ação argumentativa questionadora. 110. Após as argumentações e contra-argumentações dos alunos, o professor utilizou uma argumentação socrática de remodelamento.
--	---

<i>princípio, é diferença de pressão, o ar quando chega na asa do avião ele passa aqui em cima e aqui em baixo (professor vai à lousa e faz o desenho) a diferença do ar aqui em cima e aqui em baixo gera uma diferença de pressão e o avião consegue se apoiar no ar, e o avião é um negócio pesado.</i> 111. Kat: <i>Vou falar uma coisa que não tem nada a ver, mas o urubu só voa quando está ventando você já percebeu?</i> 112. P: <i>Ah é! Eu nunca percebi isso! É só quando está ventando?</i> 113. Kat: <i>É porque dizem que ele é muito sossegado, então ele só flutua.</i> 114. P: <i>E deixa o vento levar.</i> 115. Luc1: <i>É que quando tem o vento ele sente o cheiro da carniça (todos riem) e não é? De onde vem o vento é de onde vem o cheiro.</i> 116. Kat: <i>E aqueles que andam de asa delta eles seguem pelo urubu, eles sabem se podem voar pelo urubu.</i> 117. P: <i>Eu não sabia disto não! Quer dizer que quando tem urubu ele podem voar?</i> 118. Luc1: <i>Eles podem voar, eles sobem bem alto.</i> 119. P: <i>Este aqui é o formato da asa (professor retoma o desenho da lousa) ela é maior na parte de cima do que na parte de baixo, a asa é mais arredondada em cima do que em baixo. O ar vem vindo aqui (mostra com as mãos) o ar chegou aqui ele se divide na parte de cima e na parte de baixo e se encontra aqui de novo. O ar que corre aqui em cima ele tem que correr com uma velocidade maior do que o ar daqui de baixo, ou seja, ele tem que percorrer um espaço maior para contornar a parte de cima do que para contornar a parte de baixo, ele tem que</i>	111. Kat inseriu um novo elemento à discussão (ação argumentativa de inserção). 113, 115, 116, 118. Os alunos assumiram uma ação argumentativa elaborativa. 119. O professor utilizou uma argumentação socrática de remodelamento.
---	---

<i>percorrer uma distância maior aqui do que aqui no mesmo tempo, a velocidade aqui (parte de cima) é maior do que aqui (parte de baixo) e isso da uma diferença de pressão acho que a pressão em baixo fica maior do que a pressão em cima e o avião se apóia no ar. Vejam que o fato de ele se apoiar está diretamente ligado com a velocidade, se a velocidade não for suficientemente grande o avião não consegue sair do chão.</i> 120. P: <i>O formato da asa do pássaro é exatamente igual a do avião.</i> 121. Fab: <i>Eu vi essa semana na televisão num programa de fórmula (1) que o princípio usado para fazer o avião voar é usado ao contrário no carro de fórmula (1) para fazer o carro pegar velocidade e se manter no chão.</i> 122. P: <i>Senão ele voa!</i> 123. Fab: <i>Senão o carro de formula (1) voa.</i> 124. P: <i>É o principio contrário da asa ali, é uma asa ao contrário para segurar o carro no chão.</i> 125. Fab: <i>É para o carro pegar velocidade e se manter no chão.</i> 126. P: <i>Quer dizer: atingir uma certa velocidade e não sair do chão, porque a velocidade que um carro de fórmula (1) chega, é suficiente para fazer ele voar.</i> 127. Oli: <i>Eu vi um filme que um avião caiu num sítio e aí ele foi tentar sair para ir embora, não conseguiu atingir a velocidade e caiu novamente. Aí alguém começou consertar ele, e aí tinha um senhor de idade e tinha uma ribanceira um buraco, perto de onde o avião estava. Ai ele deu sinal que era para o avião descer para cair naquela ribanceira e ai ele ia conseguir sair. Ai o rapaz ficou pensando e o pessoal fez isso ai o avião saiu, desceu, e todo mundo pensou: eles</i>	121,123,125. Fab colocou um novo elemento à discussão (ação argumentativa de inserção) ao elaborar o seu argumento (ação argumentativa elaborativa). 122. O professor utilizou uma argumentação socrática de reespelhamento, autorizando o argumento de Fab. 124,126. O professor assumiu uma argumentação socrática de remodelamento a fim de precisar a idéia colocada pelo aluno Fab.
---	---

<i>se mataram lá em baixo, e de repente o avião subiu.</i> 128. P: <i>Atingiu a velocidade.</i> 129. Oli: <i>Atingiu a velocidade, quer dizer que ele desceu numa ribanceira e conseguiu, acho que é por causa dessa diferença de pressão aí que ele conseguiu sair da fazenda.</i> 130. Hel: <i>Essa lei ação e reação também é usada pelos morcegos, eles emitem um som, o som bate na rocha e retorna para eles e eles conseguem controlar o movimento porque eles não tem visão.</i> 131. P: <i>Essa do morcego é interessante, eu não tinha pensado nisso ainda, porque o morcego não enxerga, ele se orienta dessa forma. Só que o nome desse fenômeno é reflexão. Você disse, ele emite um som o som bate no obstáculo, e ele escuta na volta, esse é o fenômeno da reflexão e neste caso de uma onda sonora emitida pelo morcego. A onda sonora provoca uma força no obstáculo? Porque a terceira lei diz isto: eu aplico uma força aqui na mesa, a mesa aplica uma força na minha mão, a onda de som que o morcego emite, ela bate no obstáculo e volta, ela volta devido à força do obstáculo, você acha?</i> 132. Hel: <i>É (...) acho que sim.</i> 133. Hel: <i>Têm pessoas que vão caçar morcegos eles pegam uma vara de pescar balançam a vara de pescar e quando o morcego vem na vara (...)</i> 134. P: <i>Ele vai na vara.</i> 135. Fab: <i>Ele vai na vara achando que é outro morcego.</i>	129. Esse comentário do aluno Oli (ação argumentativa elaborativa) pode denotar que o mesmo pode ter compreendido de forma parcial e não formalmente a relação entre velocidade e pressão, contidas no princípio de Bernoulli. 130,132. Neste comentário, embora o aluno Hel tenha apresentado o fenômeno de forma correta (ação argumentativa elaborativa), ao estabelecer a relação de causa e efeito, utilizou como hipótese a terceira Lei de Newton para explicá-lo, talvez por não ter em seus conceitos prévios o conhecimento dos fenômenos ondulatórios, como, no caso, o fenômeno da reflexão de ondas. 131. Neste trecho, o professor utilizou uma argumentação dialógica de organização e, a seguir, de instigação. 133. Hel inseriu (ação argumentativa de inserção) um novo elemento à discussão. 134. Embora o professor tenha demonstrado desconhecer o fenômeno abordado por Hel, o mesmo poderia tentar estabelecer uma explicação científica para o referido fato. 135. Fab elaborou uma explicação por meio de uma ação argumentativa elaborativa.
--	--

136. Pri: <i>Interessante!</i> 137. P: <i>Só completando, a onda sonora que ele emite, quando bate no obstáculo não existe a força como acontece na ação e reação. Quando eu faço isto, quando eu empurro a lousa, porque eu estou indo para lá (em sentido contrário)? O que eu estou fazendo na lousa?</i> 138. Alunos: <i>Empurrando!</i> 139. P: <i>Empurrando prá onde? Prá dentro! Mas a toda ação corresponde uma...</i> 140. Alunos: <i>Reação.</i> 141. P: <i>Se eu empurro ela para dentro ela me empurra prá onde?</i> 142. Alunos: <i>Para fora.</i> 143. P: <i>E é por isso que eu caio para lá, mas aqui existe uma interação entre a minha mão e a lousa. Só quero salientar que o seu raciocínio está certinho, só que o fenômeno é reflexão, não tem a força, a reflexão é assim, a onda bate e volta, e pelo tempo entre ir e voltar ele sabe a distância que ele está do obstáculo. Quem gostaria de continuar lendo?</i>	137 a 142. Por meio de uma argumentação dialógica de recondução, o professor retomou a discussão anterior relativa às ondas sonoras (momento 137). A seguir, utilizou-se de uma argumentação socrática de fornecimento de pistas a fim de dirigir o raciocínio dos alunos para a compreensão do fenômeno da ação e reação (138 a 142). 143. Utilizando-se de uma argumentação socrática de remodelamento, o professor precisou o conceito de reflexão de ondas, com o objetivo de levar o aluno à compreensão e distinção entre o princípio da ação e reação e o fenômeno da reflexão.
--	--

No início do presente episódio o professor instigou os alunos a explicitarem as suas opiniões por meio de uma abordagem comunicativa interativa/dialógica, sem direcionar o assunto a ser discutido, o que resultou numa polissemia aberta (momentos 32, 35, 37, 39). Essa abordagem levou os alunos a colocarem várias idéias, a partir de suas interações com o texto, até que Cle citou o fato de Ícaro ter criado asas. Aproveitando-se da colocação de Cle, o professor lançou uma pergunta relativa ao vôo (momento 43), direcionado a discussão para esse conceito. Com isso, os alunos levantaram hipóteses para explicar o fenômeno em questão. Percebe-se assim que antes de o professor trabalhar os conceitos que envolvem o fenômeno vôo, o mesmo optou por deixar que os alunos se colocassem acerca o assunto, a fim de investigar os conceitos emergentes, bem como aguçar a curiosidade e motivação nos alunos.

A primeira argumentação utilizada por Luc1 (momento 48) para fundamentar a sua explicação para o referido fenômeno, relaciona o voo com a “leveza”, bem como parece estar fundamentada, embora que de forma intuitiva, no princípio da ação e reação, ao reconhecer a necessidade do ar para a ocorrência do mesmo. A aluna estabeleceu a sua argumentação utilizando-se de uma linguagem não científica. Essas argumentações podem corresponder a um indício de aprendizagem significativa. Um dos argumentos de Luc1 levou o aluno Cle (momento 49) a contra-argumentar essa hipótese, destacando que coisas “pesadas” também voam, o que demonstra que o aluno estabeleceu relações entre os novos conhecimentos e as suas idéias prévias de forma não arbitrária e substantiva, o que pode denotar uma aprendizagem significativa crítica.. Fab levantou uma nova hipótese (momento 50), relacionando o voo à existência do ar, também demonstrando uma aprendizagem significativa crítica.

Mar buscou a causa do fenômeno voo fora do objeto, ou seja, em um fator externo (Deus) aos elementos envolvidos no referido fenômeno. Isso pode demonstrar a falta de compreensão das explicações científicas do fenômeno por parte da referida aluna, levando-a a explicitar as explicações condizentes com a sua estrutura cognitiva, que são as explicações míticas. Nota-se que o seu argumento permite a identificação das idéias que justificam os seus pontos de vista, que são determinados pela ideologia, que corresponde ao “reflexo das estruturas sociais” (BAKTIN, 1995) relativas a sua formação ideológica.

Mediante a colocação de Mar, Fab (momento 52) contra-argumentou a sua hipótese, demonstrando que acredita na existência de uma explicação científica para o fenômeno.

Por meio de uma pergunta, o professor buscou a lógica do argumento de Fab, o que o levou a estabelecer uma relação entre o princípio que fundamenta o voo do pássaro com o voo do avião (momento 54). Com os seus questionamentos e hipóteses, Fab mostrou indícios de aprendizagem significativa crítica. Considera-se que os argumentos elaborados por Fab poderiam servir de elementos indispensáveis para instaurar, no mínimo, a dúvida e quem sabe a reflexão, para a ocorrência do processo de revisão do ponto de vista da aluna Mar. Entretanto, observou-se, no decorrer do fluxo de comunicação, que não houve demonstração por parte dessa aluna, de qualquer desses fatores.

Cle contra-argumentou (momento 57) a afirmação de Fab destacando o fato de que alguns pássaros não precisam de velocidade para flutuar no ar. Esse questionamento pode ser um indício de aprendizagem significativa. Mediante o argumento de Cle, Fab complementou a sua hipótese inicial (momento 59), estabelecendo novas relações. Essa troca de

questionamentos e argumentações corresponde a uma demonstração de aprendizagem significativa crítica por parte dos referidos alunos.

Hel também colocou a sua hipótese buscando dados científicos para fundamentá-la. Em seu argumento (momento 61), esse aluno parece ter relacionado a necessidade do ar para que, ao bater as asas, o pássaro consiga gerar uma força de sustentação que lhe permite anular o efeito da força de atração gravitacional e, com isso, se manter em repouso no ar. Assim, os seus argumentos sugerem que o aluno relacionou de forma não arbitrária e substantiva os seus conhecimentos prévios com as novas informações emergentes do fluxo de comunicação, demonstrando, com isso, uma aprendizagem significativa crítica.

Até o momento 62, o professor procurou explorar as idéias e entendimentos dos alunos acerca do fenômeno “vôo”, em questão, por meio de uma abordagem comunicativa interativa/dialógica, a fim de trabalhar diferentes pontos de vista.

A partir do momento 64, o professor colocou em discussão um novo problema, aproveitando-se do elemento “ar” já introduzido no contexto da discussão pelos alunos Fab e Hel. Com isso, ele direcionou a discussão por meio de uma abordagem comunicativa interativa/de autoridade, mediante um discursivo polêmico, fornecendo pistas para que os alunos articulassem o fenômeno vôo com a necessidade do ar. Essa atitude do professor levou Hel a estabelecer a referida relação, enquanto Reg estabeleceu uma relação inesperada pelo professor, relacionado o ar com a vida.

No momento 67, o professor redirecionou a discussão para o argumento usado por Luc1, em que associou a capacidade de voar com o “peso”. Com isso o professor manteve a abordagem comunicativa interativa/de autoridade, o que resultou numa polissemia controlada.

A partir desse redirecionamento, a aluna Mar estabeleceu relações causais diferentes para explicar o vôo do avião e do pássaro. Isso levou o professor (momento 69) a tentar mostrar à aluna que existem pontos comuns entre os dois fenômenos, a fim de gerar reflexão e conflito, com o propósito de levá-la ao rompimento do “processo de produção da linguagem” (ORLANDI, 2002a) o que a levaria à compreensão de que a teoria que fundamenta os dois fenômenos é a mesma. Entretanto, Mar manteve a sua postura, dentro de um processo parafrásico, marcado pela ideologia que fundamenta os seus conceitos.

Mesmo com as tentativas do professor de levar Mar à reflexão sobre os referidos fenômenos, a aluna continuou a defender a sua hipótese mítica inicial, não apresentando uma ação argumentativa reelaborativa. Isso pode ter ocorrido em virtude de o assunto em questão não apresentar relação com os conhecimentos prévios relevantes presentes na sua estrutura cognitiva, ou mesmo pelo fato de a referida aluna não manifestar qualquer disposição em

relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o assunto em questão com a sua estrutura cognitiva (AUSUBEL, apud MOREIRA, 1997).

A atitude do professor, fornecendo pistas aos alunos, dentro de uma polissemia controlada, levou outros alunos a buscarem explicações, o que levou Oli a questionar a colocação do professor acerca da necessidade do motor para a ocorrência do fenômeno vôo (momento 76), o que pode ser um indício de aprendizagem significativa por parte de Oli..

A seguir, o professor buscou a lógica da explicação de Oli, que procurou explicitar melhor a sua colocação anterior.

A aluna Luc2 (momento 79) demonstrou ter refletido acerca das argumentações colocadas e formulou uma pergunta relevante para o problema em questão, o que pode sugerir uma aprendizagem significativa crítica por parte da aluna. O professor, ao invés de responder à pergunta da aluna, reformulou-a a fim de manter o fluxo de comunicação, resultando numa polissemia aberta (momento 80). Cle, Fab e Hel (momentos 81, 82, 83) formularam novas hipóteses, a fim de responderem à pergunta de Luc2, demonstrando novas interações e negociação de significados, o que sugere uma aprendizagem significativa crítica por parte dos mesmos.

Kat inseriu um novo elemento à discussão, o que levou o professor a assumir a mesma postura anterior (momento 85), resultando novamente numa polissemia aberta, o que levou Hel (momento 86) a buscar uma explicação para o fenômeno. Esse último aluno buscou argumentos a fim de explicar a função das duas hélices do helicóptero, estabelecendo a relação entre os elementos que fundamentam o funcionamento do helicóptero com os elementos que viabilizam o fenômeno relativo à flutuação do beija-flor. Novamente os argumentos estabelecidos por esse aluno sugerem uma aprendizagem significativa dentro de uma abordagem crítica. Nessa seqüência, do momento 79 ao momento 86, o professor não se posicionou com relação ao assunto em questão, uma vez que não colocou respostas, bem como não concordou ou discordou de nenhum aluno. Com isso, pode-se dizer que o mesmo assumiu uma abordagem dialógica, por meio de uma abordagem comunicativa Interativa/dialógica (MOTIMER e SCOTT, 2002), o que levou os estudantes a explicitarem as suas idéias, formularem perguntas e trabalharem diferentes pontos de vista. Desse modo, considera-se que nessa seqüência o professor utilizou um discurso lúdico decorrente de uma polissemia aberta.

Até o presente momento (86) foi possível perceber a multiplicidade de sentidos por parte dos alunos, argumentando e defendendo os seus pontos de vista, o que evidencia que a enunciação de cada sujeito é constituída a partir do contexto social e ideológico em que o

mesmo está inserido. Esses elementos podem ter propiciado o discurso heterogêneo ou polifônico.

Após vários argumentos e contra-argumentos colocados pelos alunos sobre o fenômeno vôo, o professor (momentos 87 e 89), assumindo uma abordagem comunicativa interativa/de autoridade, direcionou o assunto, inseriu um novo elemento à discussão, por meio de uma questão acerca da influência do formato da asa no fenômeno vôo. Esse elemento ainda não havia sido destacado pelos alunos. Assim, o professor utilizou um discurso polêmico com o propósito de identificar os conhecimentos presentes nos esquemas conceituais dos alunos sobre o assunto por ele colocado, o que resultou numa polissemia controlada. Alguns alunos explicitaram os seus argumentos.

Hel inseriu um outro elemento à discussão (momento 94), contra-argumentando a afirmação de Reg. Com isso, o mesmo demonstrou uma aprendizagem significativa crítica ao estabelecer uma relação entre o formato da asa e o fato de o pássaro conseguir voar, argumentando que se o formato da asa não fosse relevante, qualquer pássaro voaria. Isso levou vários alunos a explicitarem diferentes explicações. Mediante os argumentos de Fab e Kat, em que estabeleceram uma relação entre o tamanho da asa e a massa do pássaro, Cle (momento 109) contra-argumentou os referidos argumentos colocando que embora os dinossauros tivessem uma grande massa, os mesmos voavam. Com isso, o aluno Cle demonstrou uma aprendizagem significativa crítica.

Após as argumentações dos alunos, o professor procurou organizar os elementos destacados pelos alunos envolvidos no fenômeno “vôo”, apresentando a explicação científica para o referido fenômeno. Cabe ressaltar que durante o processo de observação, por parte do professor, dos elementos levantados pelos alunos acerca do fenômeno vôo, o mesmo verificou que existiam explicações satisfatórias, confusas, equivocadas (do ponto de vista científico), etc e, partindo dessas explicações, mediou a atividade apresentando a explicação cientificamente aceita para o fenômeno (momento 110). Com isso, nesse momento, o professor assumiu uma postura não-interativa/de autoridade.

A colocação de Kat, no momento 111, inserindo outro elemento à discussão, pode indicar que os alunos estavam à vontade, sem medo de se expor, o que pode ser um indício de que a presente atividade proporcionou aos mesmos, interesse e motivação para se colocarem de forma contextualizada, mantendo-se uma reversibilidade entre os interlocutores, resultando numa “*polissemia aberta*”, o que caracteriza um discurso lúdico (ORLANDI, 2001).

Após as discussões geradas a partir da colocação de Kat, sobre o urubu, o professor retomou a explicação que já havia iniciado sobre o fenômeno vôo (momentos 119 e 120), por

meio de uma abordagem comunicativa interativa/de autoridade, procurando dar contornos mais precisos aos elementos envolvidos no referido fenômeno. Com isso, destacou a necessidade de que a asa do avião tenha o formato adequado, como a do pássaro, a fim de que se estabeleça a diferença de pressão entre a superfície superior e inferior da mesma, para que se dê a sustentação do avião no ar. Entretanto, o mesmo não se aprofundou no princípio de Bernoulli, uma vez que, por se tratar de um curso de educação para jovens e adultos (supletivo), o professor optou por trabalhar alguns conteúdos enfatizando os aspectos conceituais envolvidos, sem as formalizações matemáticas envolvidas. Anteriormente (momento 110), o professor havia introduzido o conceito de ação e reação, embora superficialmente, a fim de explicar como o pássaro consegue subir.

As argumentações de Fab nos momentos 121, 123 e 125 podem indicar que houve uma aprendizagem significativa crítica, uma vez que o aluno estabeleceu os elementos comuns que fundamentam o fenômeno vôo e o fato do carro de fórmula 1 se manter no chão, associando, com isso, o novo conhecimento, colocado pelo professor, com as suas idéias iniciais (subsunçores), emergindo assim um novo conhecimento. Esse aluno conseguiu transcender às questões trabalhadas, articulando as relações imediatas de causa e efeito entre as grandezas envolvidas no vôo de um avião e no carro de fórmula 1, conseguindo assim, estabelecer uma relação inversa entre o funcionamento da asa de um avião e o carro de fórmula 1.

Mediante as colocações de Fab, o professor autorizou o argumento do aluno e, a seguir, procurou dar contornos mais precisos aos conceitos explicitados pelo mesmo. As colocações inéditas dos alunos mostram a não linearidade da presente atividade, demonstrando que o uso do texto Nosso Universo, a partir de uma abordagem interativa, pode viabilizar uma maior articulação entre os conceitos trabalhados e o cotidiano do aluno.

Em seu comentário (momento 129), Oli parece ter compreendido o funcionamento da asa, o que pode sugerir a ocorrência de uma aprendizagem significativa por parte do aluno, ou seja, o mesmo parece ter fornecido indícios de ter estabelecido uma relação entre o novo conceito e os subsunçores contidos em sua estrutura cognitiva, o que o levou a uma reformulação em suas idéias, embora as mesmas não sejam exatamente coerentes com as idéias aceitas pela comunidade científica.

Com isso, observando-se a seqüência dos momentos 87 a 129, cujo padrão de interação pode ser classificado como IRF eliciativo (BAKHTIN, 1993) ou discurso lúdico, segundo Orlandi (2001), percebe-se que o professor assumiu uma abordagem comunicativa simultaneamente interativa/dialógica e interativa/de autoridade, uma vez que, embora tenham

sido exploradas as idéias dos alunos, que tiveram a liberdade de formular perguntas autênticas, trabalhando-se assim diferentes pontos de vista, o professor procurou manter o foco das discussões na influência do formato das asas para a ocorrência do vôo.

A explicação do professor (momento 110) para o fenômeno vôo, em que citou a 3ª Lei de Newton, levou o aluno Hel (momento 130) a estabelecer uma relação entre a referida lei e o seu conceito prévio sobre o fenômeno que leva o morcego a detectar a sua presa, formulando assim uma questão relevante para o contexto em questão. Com isso, pode-se dizer que o referido aluno demonstrou uma aprendizagem significativa crítica, uma vez que reformulou o seu conhecimento inicial a partir de sua interação com o novo conhecimento, embora o novo conceito emergente não esteja de acordo com a explicação científica para o fenômeno.

No momento 133, quando Hel inseriu um novo problema relativo ao fato de o morcego encaminhar-se para a vara quando a mesma é submetida a um movimento vibratório, foi possível perceber que o professor desconhecia a explicação para o referido fato, mas não assumiu isso. Se o mesmo tivesse assumido que não sabia o porquê do problema em questão, poderia sugerir uma pesquisa sobre o assunto, tanto por parte dos alunos quanto do próprio professor. Ao invés disso, o mesmo retomou o assunto anterior, acerca do som (ultra-som) emitido pelo morcego e o fenômeno ondulatório associado ao problema destacado por Hel (momento 130).

Assim, o professor do momento 137 ao momento 143, por meio de um padrão discursivo IRA ou IRF avaliativo, buscou levar os alunos ao discernimento entre a 3ª lei de Newton e a reflexão de ondas, a fim de levá-los à compreensão desses conceitos e o entendimento do fenômeno relativo à reflexão da onda sonora associado ao problema do morcego. Considera-se assim, que o professor usou uma abordagem comunicativa interativa/de autoridade, por meio de uma sequência de perguntas e respostas, a fim de levar os alunos à referida compreensão. Essas explicações podem ter viabilizado ao aluno Hel a reelaboração de sua explicação inicial para o referido fenômeno. Considera-se assim, que houve necessidade dessa postura mais diretiva por parte do professor nos referidos momentos, a fim de explicar a diferença entre os fenômenos “ação e reação e reflexão de ondas”.

Episódio 3: Continuação da leitura

- Por que estou tão leve? Por que será que a sensação aumenta ao me afastar da Terra?

Momentos após essa sensação, algo novamente estava mudando, a sensação de leveza parecia diminuir, pois se aproximava da Lua.

Lua

— Que linda! Aí está você, por onde andou a noite passada? Onde estava? Pois não te vi entre as estrelas. ⁽²⁾

De súbito, como se surgisse do nada, um brilho mais intenso vinha em sua direção e se espalhava por todo o espaço.

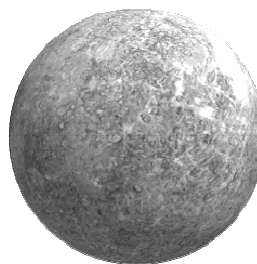
— Puxa é o Sol! ⁽³⁾ - exclama Ícaro ofuscado com tanta luz.

Apesar de toda luminosidade, ele consegue perceber dois planetas ao longe.

— Olha lá dois planetas! Será que eu me lembro quais são...na aula era tão chato ter que decorar os seus nomes, se eu soubesse que eram tão bonitos teria prestado mais atenção. Um deles parece ser tão pequenino que estou muito distante?

(2) e (3) Ver apêndice capítulo I

Como se isso fosse possível, Ícaro, da Terra, estaria observando Vênus e Mercúrio. ⁽⁴⁾

**Vênus****Mercúrio**

A viagem continuava e Ícaro ia descobrindo o novo mundo que observava. E tinha sua curiosidade aumentada a cada instante. E mais planetas surgiam a sua frente.

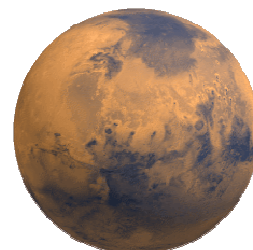
- Se bem me lembro, o próximo é Marte ⁽⁵⁾. Marte não é o planeta vermelho? Porque é tão vermelho deste jeito? Não é lá que as pessoas dizem ser possível a existência de vida? Por que tanta dúvida a respeito deste planeta e da possível existência de vida? E os outros planetas... Serão tão diferentes assim?

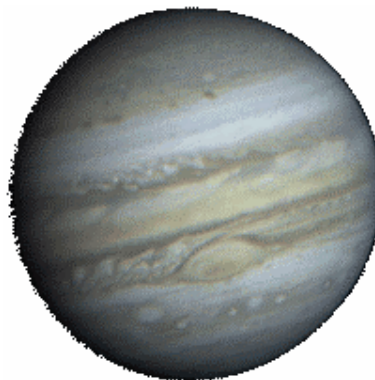
Assim, após ter passado pelo planeta vermelho, começa a observar uma região totalmente desconhecida para ele, mas profundamente bela.

De repente, ele se depara com o maior de todos os planetas do nosso sistema solar.

- Que droga! Não me lembro deste planeta. Nossa, é tão grandão, será que é Plutão? Ah!...Não, como poderia ter esquecido. É Júpiter ⁽⁶⁾, será o maior de todos?

Assim Ícaro continua sua viagem.

**Marte**



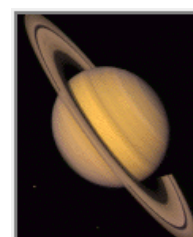
(4), (5) e (6) Ver apêndice capítulo I

Júpiter

- Como são bonitas aquelas faixas, por que são de cores diferentes? Será que aqueles em volta dele são luas como a nossa? Parece que estou sendo puxado com uma força estranha. Ufa! Consegui sair dessa. Como ele puxava forte.

Continuando sua viagem, deparou-se com uma beleza surpreendente, um outro grande planeta.

- Cara, aquele parece um chapéu... ah! Deve ser Saturno com seus famosos anéis... Que coisa linda!



Saturno

E, aproximando-se ainda mais, consegue observar a diversidade de cores de sua superfície e as dimensões de seus anéis. Continuando a navegar pelo espaço afora, observa um outro grande planeta, porém um pouco menor que o anterior.

- Que manero! Ele é diferente, de cor verde e também muito grande... Por que será? Esse é mais fraquinho, não puxa tão forte quanto os outros. Se eu não estiver errado deve ser ... Urano. Devo estar chegando ao fim do sistema solar.

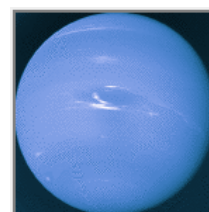


Urano

Distanciando-se mais um pouco, fica maravilhado com o que vê.

- Puxa, esse planeta é azulão, lembra a Terra, que saudades. Seria este o último planeta do Sistema Solar? Teria mais algum? Estou tão longe, será que nunca vou conseguir voltar para casa? Os meus amigos, minha namorada, minha família, que saudades!...Estou ficando com medo, está me dando calafrios ...

E o despertador toca.



Netuno

Ícaro acorda assustado, mas logo se tranquiliza por se tratar apenas de um sonho. Toma seu banho, seu café, arruma seu material, sem, contudo deixar de pensar no que acabara de sonhar. Eram muitas as suas dúvidas. Até a sua própria existência estava sendo questionada. Durante as aulas, não conseguia se concentrar nos estudos. Sua perturbação era tão grande que não conseguiu deixar de questionar o professor de Física sobre os anseios que lhe corroíam a mente.

- Professor, tô com uma baita dúvida. Por que o sistema solar tem tantos planetas e uns são tão diferentes dos outros? Lá tem mais alguma coisa além desses planetas?

- Agora não é o momento oportuno para falarmos sobre esse assunto, espere um pouco que no próximo bimestre estaremos estudando as Leis de Kepler, a Gravitação Universal de Newton e, aí sim, poderemos discutir as suas dúvidas. Tudo bem?

Ícaro não se conforma de ter que esperar tanto tempo para ter suas respostas. No intervalo comenta com alguns amigos, o sonho que teve, e eles o ridicularizam.

- Pô! ... Você poderia sonhar com uma bela gata, cara, e vai sonhar com planetas? Deixa disso, não quero nem saber dessas coisas, tô fora!

Na saída da escola, dois daqueles seus amigos que inicialmente zombaram de seu sonho, o procuram dizendo que acharam as suas dúvidas interessantes e também gostariam de saber mais sobre o assunto. Ícaro percebe que não está só e que suas dúvidas e descobertas poderiam ser compartilhadas.

Discussões relativas ao Episódio 3 – Capítulo I

144. P: <i>A palavra está com vocês.</i>	144. O professor iniciou o episódio, por meio de uma argumentação dialógica de instigação.
145. Kat: <i>Ele estava sonhando!</i>	
146. P: <i>Isso, ele estava sonhando, depois que ele ouviu a música ele dormiu.</i>	
147. Kat: <i>Ele dormiu, e sonhou com os planetas.</i>	
148. Ric: <i>Será que os outros planetas também têm esta força que a Terra tem de puxar (...) igual na Lua não tem gravidade, aqui não deu para entender.</i>	148. Ric, por meio de uma ação argumentativa questionadora, demonstrou não ter compreendido o trecho do texto referente à ação da gravidade na Lua, o que o levou a propor a hipótese de que na Lua não há gravidade. Com isso, o mesmo direcionou a discussão para a força de atração gravitacional. A declaração feita pelo aluno denota também que o mesmo interagiu (ação argumentativa investigativa) com o texto, mas não compreendeu as suas colocações.
149. P: <i>Por que você acha que na Lua não tem gravidade?</i>	149. O professor, por meio de uma fala avaliativa, buscou a lógica do argumento do aluno.
150. Ric: <i>Porque quando a televisão passa isso (...)</i>	
151. Kat: <i>Mas daí eles flutuam.</i>	151. Kat elaborou a sua hipótese (ação argumentativa elaborativa).
152. Ric: <i>Eles flutuam, eles voam e (...)</i>	152. Ric pareceu concordar com Kat (ação elaborativa concordante).
153. P: <i>Eles pulam, eles fazem isso (professor salta) e vai embora?</i>	153,155,157. O professor, por meio de uma argumentação socrática de fornecimento de pistas, utilizou-se de contra-exemplos, a fim de

154. Ric: <i>Não então, deve ter pouca gravidade, porque eles vão e vêm devagar.</i> 155. P: <i>Ah! Eles só vão em câmera lenta, tipo em câmera lenta.</i> 156. Alguns alunos: <i>É isso mesmo!</i> 157. P: <i>Mas eles voltam?</i> 158. Alunos: <i>Sim.</i> 159. Ric: <i>Então tem.</i> 160. P: <i>Tem? Por que você conclui que tem?</i> 161. Ric: <i>Vão e voltam lentamente, tem pouco mais tem.</i> 162. P: <i>Por que tem menos gravidade na Lua?</i> 163. Kat: <i>Isso! Por quê? (algumas pessoas riem).</i> 164. P: <i>Tinham feito uma pergunta anterior, se os outros planetas (...) como é que foi a pergunta?</i> 165. Ric: <i>Se em outros planetas como Marte, se lá também tem a gravidade que tem na Terra, a Lua tem, mais fraca um pouco (...)</i> 166. P: <i>O que vocês acham que é a gravidade? É uma coisa que todos sempre ouvem dizer.</i> 167. Cle: <i>Vamos supor a Terra, se não houvesse gravidade, as águas sairia dela.</i>	gerar conflitos, com o intuito de desencadear o confronto entre as idéias expostas, para levar o aluno Ric a uma ação argumentativa reelaborativa. 154,159,161. Estes comentários de Ric demonstraram que o mesmo reelaborou as suas idéias iniciais (ação argumentativa reelaborativa), a partir dos argumentos do professor. 156,158. Vários alunos demonstraram a compreensão de que existe gravidade na Lua, o que pode ter ocorrido em virtude da argumentação socrática de fornecimento de pistas do professor e da ação argumentativa reelaborativa do aluno Ric. 160. Por meio de uma fala avaliativa o professor buscou a lógica da afirmação de Ric. 162. A partir da demonstração de compreensão dos alunos, o professor, por meio de uma argumentação dialógica de instigação, direcionou a discussão para o motivo pelo qual na Lua a gravidade é menor do que na Terra e o que é a gravidade. 165. Ric reiterou a sua ação argumentativa reelaborativa. 166. O professor usou uma argumentação dialógica de instigação para levar os alunos a externarem as suas opiniões. 167,169. Cle, por meio de uma ação argumentativa elaborativa, explicou o efeito gravitacional relacionando-o à hipótese do que ocorreria com a água da Terra caso não houvesse gravidade.
---	--

168. P: <i>Como? Não entendi?</i> 169. Cle: <i>Que nem a gravidade eu acho que é isto, por exemplo, soltar este negócio (gravador) no chão, ela é uma atração (...) vamos supor que a Terra não tivesse gravidade eu acho que as águas da Terra ia cair, não ficaria nela.</i> 170. P: <i>Iria para onde? Como é que ficariam as águas?</i> 171. Cle: <i>Então! iria ficar (...)</i> 172. Kat: <i>Flutuando.</i> 173. Cle: <i>Porque é a gravidade da Terra que segura essas (...)</i> 174. P: <i>E essa gravidade existe por quê? O que é gravidade? O pessoal diz: por causa da gravidade, isso todos falam! O que é gravidade?</i> 175. Kat: <i>Eu gostaria de saber o que é gravidade.</i> 176. Fab: <i>É a força que a Terra faz nos objetos.</i> 177. P: <i>E só a Terra faz isto?</i> 178. Fab: <i>Eu creio que os outros planetas também!</i> 179. P: <i>Por que todos fazem isto?</i> 180. Fab: <i>Porque têm massa maior (...), é como um professor esteve explicando uma vez aí (não sei que professor ele se refere), quem tem massa maior puxa mais.</i> 181. P: <i>O que a gravidade faz nos objetos?</i>	168. Por meio de uma fala avaliativa o professor buscou a lógica do argumento de Cle. 170. Neste momento, o professor assumiu uma argumentação dialógica de instigação. 172. Esta ação argumentativa elaborativa de Kat denotou que a mesma concordou (ação argumentativa concordante) com a argumentação de Cle. 173. Cle reiterou a sua hipótese inicial (ação argumentativa elaborativa). 174. O professor utilizou uma argumentação dialógica de instigação, a fim de levar os alunos a explicitarem as suas opiniões sobre o que é a gravidade. 175. Kat colocou uma questão por meio de uma ação argumentativa questionadora. 176. Fab elaborou (ação argumentativa elaborativa) uma explicação cientificamente adequada para o fenômeno em questão. 177,179,181. O professor, novamente, utilizou uma argumentação dialógica de instigação. 178. Fab elaborou a sua hipótese (ação argumentativa elaborativa). 180. Fab, por meio de uma ação argumentativa elaborativa, estabeleceu a relação entre a força de atração gravitacional e a sua causa, inserindo (ação argumentativa de inserção) outro elemento relativo ao fenômeno.
---	---

182. Fab: <i>Puxa!</i> 183. Ilt: <i>Professor!</i> 184. P: <i>Sim.</i> 185. Ilt: <i>Por que você enchendo uma bexiga com gás comprimido e solta ela, ela flutua? E quando você enche ela com a boca, com o seu ar ela cai no chão?</i> 186. P: <i>Gravidade não puxa? Tem uma aí que se você encher com aquele gás de bexiga de feira, é o gás hélio, por que ela voa? Por que a outra desce?</i> 187. Hel: <i>A densidade do gás hélio é mais leve do que a do oxigênio.</i> 188. Wag: <i>O gás é mais leve então ela vai subir, o ar é mais pesado.</i> 189. P: <i>Vamos tentar sistematizar isso: uma das hipóteses para a sua pergunta é a seguinte: é que o gás das bexigas de festas, aquelas que as crianças ficam (...) ele é mais leve do que o ar, do que este ar aqui, e o gás que você enche, ele é (...) ele é o próprio ar aqui, e dessa forma ele desce. Dessa forma uma das hipóteses seria o peso do gás. Eu retomo esta questão, mas eu tinha feito uma pergunta! Ah! O que a gravidade faz nos objetos? É por isso que surgiu sua pergunta? Se a gente concluir que a gravidade puxa os objetos para baixo, porque essa bexiga sobe? A gravidade puxa a Lua? A gravidade da Terra puxa a Lua para baixo?</i> 190. Kat: <i>Não!</i> 191. Ric: <i>Em torno do planeta (...) existe alguma coisa em volta dele que a partir daquele momento para baixo ele vai cair, e a partir daquele momento para cima ele vai estar fora do (...)</i> 192. Fab: <i>Não puxa prá cá, mas também não deixa ela vagar no espaço.</i>	182. Fab colocou a sua hipótese por meio de uma ação argumentativa elaborativa. 185. Ilt apresentou uma ação argumentativa questionadora e de inserção. 186. O professor assumiu uma argumentação dialógica de instigação. 187,188. Hel e Wag lançaram as suas hipóteses por meio de uma ação argumentativa elaborativa. 189. O professor comentou as respostas de Hel e Wag, mas considerou mais adequado discutir esse assunto posteriormente e, utilizando-se de uma argumentação dialógica de instigação, procurou motivar os alunos a explicitarem as suas opiniões acerca da atração gravitacional entre a Terra e a Lua. 190. Kat elaborou a sua hipótese (ação argumentativa elaborativa). 191. Ric lançou a hipótese de que a gravidade acaba a partir de uma certa altura, por meio de uma ação argumentativa elaborativa. 192. Fab concordou com Ric (ação argumentativa concordante), mas acrescentou
--	---

193. Hel: <i>Eu acho que ela puxa, só que (...), a gravidade da Terra puxa a Lua, só que a gravidade da Lua dá o ponto de equilíbrio entre dois planetas, entre a Terra e a lua.</i> 194. Luc2: <i>Tipo imã contra?</i> 195. P: <i>Tipo imã contra?</i> 196. Hel: <i>Não, teria um ponto de equilíbrio mesmo. Por exemplo: talvez colocando em matemática mesmo, vamos supor que a gravidade da Terra seja 10 e a da lua seja 5, então ela tem um equilíbrio para se manter no mesmo eixo de rotação, acho que é isso, equilíbrio entre as duas gravidades.</i> 197. P: <i>Eu estou pensando em questões aqui, vocês podem colocar aquilo que vocês tiverem para colocar. Veja bem, vocês acham que a gravidade ela tem um campo máximo de ação? Por exemplo: ela atua até um certo ponto, depois dali para frente ela não atua mais? Por exemplo a gravidade da Terra, como é que é isto?</i> 198. Cle: <i>Eu acho que sim.</i> 199. P: <i>A gravidade puxa para cima ou para baixo?</i> 200. Cle: <i>Para baixo.</i> 201. P: <i>A gravidade da Lua atrairia os objetos prá onde? Prá si, ou para afastar dela?</i> 202. Alunos: <i>Para si.</i> 203. P: <i>Então vamos lá. Será que a Lua atrairia a Terra com a sua gravidade de acordo com este princípio?</i>	elementos à hipótese do mesmo (ação argumentativa elaborativa). 193,196. Hel elaborou a sua explicação (ação argumentativa elaborativa). 194. Luc2 estabeleceu uma analogia entre a força de atração gravitacional e magnética (ação argumentativa elaborativa). 195. O professor buscou a lógica do argumento de Luc2 (fala avaliativa). 197. O professor atuou por meio de uma argumentação socrática de fornecimento de pistas e, a seguir, assumiu uma argumentação dialógica de instigação. 198. Cle pareceu concordar com Ric (ação argumentativa concordante). 199,201,203,206. O professor não deu importância à última resposta do aluno Cle e, prosseguindo com a atividade, utilizou-se de uma argumentação socrática de fornecimento de pistas, com o propósito de conduzir os alunos, por meio de uma seqüência de perguntas, a fim de levá-los à compreensão de um conceito específico.
---	--

204. Cle: <i>Não</i> 205. Fab: <i>Eu acho que sim!</i> 206. P: <i>A Terra atrairia a Lua?</i> 207. Cle: <i>Eu acho que não.</i> 208. P: <i>Por que elas não se colidem?</i> 209. Aqui ocorre um momento de silêncio. 210. Cle: <i>Será que não é a atmosfera da Terra que não deixa a Lua chegar perto da Terra?</i> 211. P: <i>Você acha que a atmosfera (...)</i> 212. Cle: <i>Talvez a atmosfera influencie também!</i> 213. Hel: <i>Aqui no texto tem uma parte que dá para até verificar isso, ele diz assim: por que estou tão leve? Por que será que esta sensação aumenta ao me afastar da Terra? Momentos após essa sensação algo novamente está mudando, a sensação de mudança parecia diminuir, pois me aproximava da Lua.</i> 214. P: <i>Por que o Ícaro sentiu isto? É assim: ele sentia uma sensação de leveza ao se afastar da Terra, depois ele percebeu que essa sensação, ou essa diminuição da sensação de leveza parou,</i>	204. Mesmo com os argumentos do professor, Cle continuou elaborando a mesma resposta (ação argumentativa elaborativa). 205. Fab discordou de Cle (ação argumentativa questionadora). 207. Cle elaborou uma resposta condizente com as suas idéias iniciais (ação argumentativa elaborativa). 208. Novamente o professor desconsiderou a resposta de Cle, dando continuidade a sua postura socrática de fornecimento de pistas, o que pode ter levado o aluno à percepção de que a sua resposta não era adequada. 209. Este silêncio pode significar reflexão, ou seja, o recuo necessário para a ocorrência de significações, para que os alunos pudessem estabelecer a relação entre os seus conhecimentos prévios com o problema em questão. 210,212. Com este comentário, o aluno Cle demonstrou ter reelaborado (ação argumentativa reelaborativa) a sua opinião, uma vez que havia considerado anteriormente que a Terra não atrai a Lua. Isso pode ter ocorrido em virtude da referida postura do professor, desconsiderando a sua opinião. Neste mesmo comentário, Cle demonstrou ter refletido sobre o assunto a fim de buscar uma hipótese (ação argumentativa elaborativa) para explicar o fenômeno em questão. 213. Hel interagiu com o texto, interpretando-o, por meio de uma ação argumentativa investigativa. 214. Não houve um fechamento dos temas por parte do professor, indicando que o mesmo não quis ser diretivo nesse momento, achando adequado, em princípio, levar os alunos a refletirem sobre o conceito de gravidade, já que
--	---

<i>ele começou a sentir uma (...) ele começou a parar de sentir a diminuição de leveza ao se aproximar da Lua. Como a gente pode desenvolver uma teoria para explicar isto aí?</i> 215. Hel: <i>Ele saiu do campo de atuação da gravidade da Terra e começou (...) ele se afastou do campo de gravidade da Terra, que é justamente quando ele começou a sentir leveza porque a gravidade não exercia tanta força sobre ele, gravidade da Terra, e quando ele entrou no campo de gravidade da Lua, a Lua começou a puxar ele para ela, e é onde ele parou de sentir leve novamente. Apesar da gravidade da Lua ser menos, mas ele começou a se sentir também puxado pela gravidade da Lua.</i> 216. P: <i>Ao se aproximar da Lua?</i> 217. Hel: <i>Isso!</i> 218. Oli: <i>O Sol nasce sempre no mesmo ponto, ou no mesmo lugar?</i> 219. Fab: <i>Não!</i> 220. Oli: <i>E o Sol tem movimento, e os mais velhos diz que cada ano que passaria ia esquentar mais, o Sol ia esquentar mais.</i> 221. P: <i>Os velhos falam isto?</i> 222. Oli: <i>Isso tem fundamento?</i> 223. P: <i>Que conforme passa o tempo esquenta mais porque o Sol está mais próximo?</i> 224. Oli: <i>Isso, porque o Sol abaixa cada vez mais.</i> 225. P: <i>É mesmo, minha vó tem essa teoria, minha vó acha, por exemplo, que aumenta a temperatura na Terra hoje porque o Sol está se aproximando mais da Terra, está ficando mais perto.</i>	uma explicação mais diretiva sobre o problema poderia tornar trivial o conceito de gravidade, que é bastante complexo. Desse modo, o professor assumiu uma argumentação dialógica de instigação, a partir das informações retiradas do texto, pelo aluno Hel. 215. Mediante essa postura do professor, o aluno Hel elaborou a sua explicação (ação argumentativa elaborativa) a partir das considerações estabelecidas no texto (ação argumentativa investigativa) acerca da sensação de leveza de Ícaro ao se aproximar da Lua. O mesmo elaborou uma explicação semelhante à científica, fundamentada na relação de proporcionalidade inversa entre a força de atração gravitacional e distância. 218. Oli utilizou uma ação argumentativa de inserção. 222. Oli questionou o professor (ação argumentativa questionadora) sobre o argumento em questão. 224. Neste momento Oli se colocou por meio de uma ação argumentativa elaborativa. 225. O professor não se posicionou com relação à pergunta de Oli.
---	---

226. Oli: <i>Eu trabalhei com um senhor que calculava a hora pelo Sol, ele olhava no Sol e calculava a hora, e quase batia.</i> 227. Kat: <i>Posso ler uma coisa aqui nesta próxima página aqui embaixo: “na realidade Icaro não poderia apreciar nosso Sol, pois sem o filtro da atmosfera a radiação seria de tal magnitude que destruiria seus olhos, bem como nosso personagem se não estivesse utilizando trajes especiais.”. Isso quer dizer que na Lua não ia dar para ver a radiação? Alguma coisa assim, você entendeu?</i> 228. P: <i>Ai está dizendo que ele não conseguiria olhar diretamente para o Sol.</i> 229. Kat: <i>É, mas aqui no caso é o Sol!</i> 230. P: <i>É que se ele olhasse diretamente para o Sol, fora da atmosfera da Terra, ele iria captar toda (...)</i> 231. Kat: <i>Sem o filtro de nossa atmosfera.</i> 232. P: <i>Porque (...) bom, eu vou falar algumas coisas sobre esse assunto. O Sol ele emite luz, está certo? Contudo não é só luz que ele emite, ele emite calor também e além de luz e calor, ele emite radiações que são as chamadas radiações ultravioleta, já ouviram falar nisto aí? Que essas são danosas para muitas coisas, se ele estivesse fora, bom, se olhar daqui da atmosfera, se você ficar olhando muito diretamente para o Sol ao meio dia você vai ter problema, porque o seu olho não vai resistir a muitas dessas radiações, e isso porque a atmosfera da Terra filtra muitas dessas radiações. Vocês já ouviram falar na tal da camada de ozônio, que absorve muitas das radiações ultravioletas emitidas pelo Sol. Se ele estivesse fora da atmosfera da Terra, o que é a atmosfera? É uma camada de ar que envolve o planeta de aproximadamente de 700km, imaginem a Terra redonda com uma camada de 700km de ar que envolve o planeta. Se ele</i>	226. Oli colocou um outro problema em questão (ação argumentativa de inserção). 227. Kat teve uma ação argumentativa investigativa e questionadora. 228,230,232. O professor procurou elucidar (argumentação socrática de elucidação) a dúvida de Kat relativa a uma colocação do texto.
--	---

olhasse para o Sol fora dessa camada ele teria problemas maiores do que se ele olhasse de dentro da atmosfera. O que protege a gente é a atmosfera, o ultravioleta que nem ele falou, é o que causa câncer de pele e por causa do buraco na camada de ozônio, esse é um assunto famoso. Veja, a atmosfera é uma camada de ar. A atmosfera é muito importante para a vida na Terra, primeiro porque ela possui o oxigênio, a atmosfera é formada por alguns gases, nitrogênio, oxigênio, e alguns outros, o oxigênio é o que nós respiramos. Outro porque ela consegue manter a temperatura da Terra. Nessa temperatura que a gente está acostumado aqui, é uma temperatura boa, não fica nem maior nem menor que isto, ela também possui esta camada de ozônio, o ozônio é uma substância química O_3 são três átomos de oxigênio, e ela tem a capacidade de absorver muito dessa radiação nociva a vida humana, ela absorve e não deixa passar. É como se fosse uma coisa, que a radiação vem vindo, chega na camada de ozônio e ela é absorvida. Com a destruição da camada de ozônio essa radiação está entrando para dentro da atmosfera terrestre, e esse aumento de câncer essas coisas, com certeza aparecerão, e a camada de ozônio tem sido destruída principalmente pela utilização alguns gases como o CFC que reage com o oxigênio, e em vez do oxigênio formar o O_3 ele forma outra substância que acaba não absorvendo algumas radiações ultravioletas, o CFC destrói a camada de ozônio. Vocês levantaram muitos pontos e eu gostaria de falar algumas coisas sobre a gravidade.

233. P: Eu só gostaria de falar alguma coisa sobre a gravidade, vocês perceberam aí no texto que ele sentia sensação de leveza quando se afastava da Terra, essa é uma propriedade da gravidade: em primeiro lugar, a gravidade (...) é difícil de dizer: a gravidade é isto, a gente pode falar o seguinte, tudo aquilo que possui massa, e esse é o caso do planeta Terra, cria em

233. Neste trecho o professor utilizou uma argumentação dialógica de recondução, visando retomar o desenvolvimento dos conceitos discutidos, de acordo com os seus objetivos. Com isso, assumiu uma argumentação retórica de contextualização para tratar dos referidos assuntos.

torno de si um negócio chamado gravidade, o campo gravitacional. Se qualquer substância que possui massa, qualquer objeto de massa estiver dentro do campo gravitacional, ele é atraído pela Terra. Como Ícaro se afastava da Terra, conforme ele se afastava a gravidade diminuía, essa é uma propriedade da gravidade, ou seja, quanto mais longe você está do objeto que produz a gravidade, menor é a ação da gravidade, então quando ele se afastava da Terra, a gravidade diminuía, mas ao se aproximar da Lua, que também tem seu campo gravitacional, começou a puxar ele com mais intensidade para lá. A pergunta que foi feita, os planetas possuem também gravidade? Possuem, desde que o astro, o objeto possua massa ele possui gravidade, até abusando um pouquinho da linguagem, nós possuímos gravidade, mas é muito pequena. A gravidade depende da massa do planeta, veja bem, quanto maior é a massa do planeta, maior é a gravidade (o professor mostra na lousa a equação: $g = GM/d^2$). (O professor trabalhou o conceito de campo gravitacional conceitual e formalmente)

Quanto à outra pergunta sobre a bexiga, ela não cai porque o gás hélio é um gás mais leve do que o ar que a rodeia. Em um princípio, que é o de Arquimedes, que explica isso aí: se você tem um objeto dentro de um fluido como o ar, existe uma força aplicada por esse fluido no objeto para cima que é igual ao peso do ar que o objeto desloca, vocês já ouviram falar no princípio de Arquimedes? Então, se você mergulhar uma bexiga de gás hélio no ar, ela desloca uma certa quantidade de ar, ela ocupa uma certa quantidade de ar, esse ar que ela deslocou tem um peso e o empuxo é uma força igual a esse peso. Se esse gás que está dentro da bexiga for mais leve que o gás que ela deslocou, o empuxo vai ser maior que o peso da bexiga e, portanto, ela vai subir, vai haver uma força resultante para cima. Se o gás for mais pesado ocorre o contrário, vai haver uma força resultante para baixo e

<i>ela vai descer. Agora se não existisse ar, qualquer bexiga de qualquer gás cairia.</i> 234. Hel: <i>Já que você falou no empuxo, é o que ocorre nos navios, não é?</i> 235. P: <i>Exatamente! É por isso que o navio não afunda, e a força aplicada pela água nele para cima, agora se encher de água o navio, o que acontece?</i> 236. Fab: <i>Vai embora para baixo.</i> 237. P: <i>É o que aconteceu com o titanic, porque se você encher de água um navio, você vai (...)</i> 238. Fab: <i>A força que está concentrada no casco dele, se vai enchendo de água ele vai tombar de um lado para o outro (...).</i> 239. P: <i>Você vai aumentando o peso dele.</i> 240. Fab: <i>Aí ele vai afundar! Vai ser maior do que o peso que tá (...) o casco dele é assim não é? (faz um gesto)</i> 241. P: <i>Redondo assim.</i> 242. P: <i>Se ele começa a encher de água, se a água entra, o ar sai. O ar saindo, a água é mais pesada do que o ar, então ele vai ficando com um peso maior do que quando ele estava só com o ar e o empuxo não vai ser suficiente para segurar ele e ele desce. O submarino faz muito essa brincadeira com o ar, ou seja, o submarino sobe e desce dentro da água variando a quantidade de água dentro dele.</i> 243. P: <i>O espaço está aberto para vocês falarem.</i> 244. Hel: <i>Tem um site na internet que é o seguinte: se você pega uma pessoa que tem 60kg e você coloca ela na Terra, ela tem 60kg, em tal planeta, por exemplo, na</i>	234. Hel, por meio de uma ação argumentativa de inserção, demonstrou ter estabelecido relações entre o seu conhecimento prévio e o novo conhecimento. 235. Em princípio o professor assumiu uma argumentação socrática de reespelhamento, autorizando o argumento de Hel. A seguir, o mesmo se colocou por meio de uma argumentação dialógica de instigação. 236,238,240. Fab utilizou, embora de forma um tanto confusa, uma ação argumentativa elaborativa para explicar o motivo pelo qual o navio afunda. 242. O professor assumiu uma argumentação dialógica de organização, a fim de sistematizar as idéias colocadas pelos alunos Hel e Fab. 244. Hel inseriu um novo problema a ser discutido (ação argumentativa de inserção).
---	--

<i>Lua ela teria 20kg e em outro 120kg.</i> 245. P: <i>Você acha que a massa da pessoa muda quando muda a gravidade?</i> 246. Hel: <i>Não, a massa é a mesma, o que muda é a força da gravidade.</i> 247. P: <i>Então como ele teria 20kg aqui e 120 kg lá?</i> 248. Silêncio 249. P: <i>Deixa eu falar uma coisa para vocês: (vai à lousa) existe uma diferença entre peso e massa (escreve $P=mg$), esse aqui é o peso, e o m é a massa da pessoa e o g é a gravidade. A massa da pessoa é a mesma, o peso muda, se eu mudar o valor da gravidade que é na Terra aproximadamente $10m/s^2$, na Lua é de aproximadamente $1,6m/s^2$, 6 vezes menor, na Lua o peso da pessoa é menor, agora a massa da pessoa é a mesma, eu acho que o que você deve ter visto é que o peso do indivíduo em outros planetas ele muda, mas a massa é a mesma.</i> 250. P: <i>Voltando à pergunta feita lá atrás: afinal, existe atração gravitacional entre a Terra e a Lua?</i> 251. Hel: <i>Existe.</i> 252. P: <i>Existe, mas a Terra atrai com uma força maior como você disse anteriormente?</i> 253. Hel: <i>E a Lua uma menor então dá o equilíbrio.</i> 254. P: <i>Lembra da ação e reação?</i>	245. O professor utilizou uma argumentação socrática de fornecimento de pistas para levar o aluno Hel à percepção de que o seu argumento estava inadequado. 246. Hel demonstrou ter reelaborado o seu conceito anterior (ação argumentativa reelaborativa) ao declarar “Não, a massa é a mesma, o que muda é a força da gravidade”. 247. A partir da resposta de Hel, o professor elaborou outra pergunta (argumentação socrática de fornecimento de pistas). 248. Esse silêncio pode indicar reflexão. 249. O professor assumiu uma argumentação socrática de remodelamento. 250,252. O professor direcionou novamente o assunto para a atração gravitacional entre a Terra e a Lua, utilizando-se de uma argumentação dialógica de instigação, a fim de levar os alunos a explicitarem as suas opiniões sobre o referido conceito. 251. Hel assumiu uma ação argumentativa elaborativa. 253. Hel elaborou a hipótese (ação argumentativa elaborativa). 254 a 272. O professor, por meio de uma
--	---

255. Alunos: <i>Sim!</i> 256. P: <i>Exatamente é a mesma coisa, da mesma forma que a Terra atrai a Lua, a Lua atrai a Terra com a mesma força, você sabia que com a mesma força que a Terra te atrai, você atrai a terra? Exatamente a mesma força! Por causa da ação e reação, e essas forças de ação e reação não se equilibram, você falou em equilíbrio né, e por que não se equilibram? quando eu fiz isso na lousa (empurra a lousa) a ação é onde?</i> 257. Alunos: <i>Na lousa.</i> 258. P: <i>E a reação?</i> 259. Alunos: <i>Em você.</i> 260. P: <i>Em mim, na minha mão, são coisas diferentes? Para eu equilibrar, para eu conseguir anular as duas será que podem estar atuando em corpos diferentes? A ação está na lousa a reação na minha mão, eu puxo essa cadeira para cá você não quer deixar (refere-se a um aluno), quer anular minha força, ele vai puxar a outra mesa para lá, adianta?</i> 261. Alunos: <i>não!</i> 262. P: <i>Por quê? Porque ele aplicando uma força em um outro corpo ele consegue anular minha força? O que ele tem que fazer para anular essa força?</i> 263. Hel: <i>Puxar o mesmo corpo.</i> 264. P: <i>Isso mesmo! Então a ação e a reação se anulam?</i> 265. Reg: <i>Não!</i> 266. P: <i>Por quê?</i> 267. Alunos: <i>Porque são em corpos diferentes?</i> 268. P: <i>Isso mesmo! A ação aonde está?</i>	argumentação socrática de fornecimento de pistas, conduziu a atividade utilizando-se de uma seqüência de perguntas, a fim levar os alunos à compreensão da lei da ação e reação.
---	---

<i>Nós podemos dizer então que a ação está da Terra sobre a Lua, e a reação? Da Lua sobre a Terra, estão em corpos diferentes?</i> 269. Alunos: <i>Sim!</i> 270. P: <i>Podem se anular então?</i> 271. Alunos: <i>Não!</i> 272. P: <i>Por quê?</i> 273. Kat: <i>Estão em corpos diferentes.</i> 274. Hel: <i>Trabalhando essa hipótese de anular, se a Terra estivesse puxando a Lua e um outro planeta, atrás da Lua, estivesse puxando a Lua também existiria a possibilidade de anular?</i> 275. P: <i>Muito bem: para explicar eu vou usar um outro exemplo, mas parecido com o que você disse. Temos por exemplo aqui Terra e Lua (faz um desenho na lousa). Imaginem essa reta que liga a Terra à Lua. Eu tenho um ponto aqui e nesse ponto eu coloco uma espaçonave. A Lua vai puxar essa nave para cá, ao mesmo tempo a Terra vai puxar para onde? Prá lá. Vai existir um ponto em que elas vão se anular?</i> 276. Alunos: <i>Sim.</i> 277. P: <i>Para se anular você acha que deve estar mais perto de quem?</i> 278. Alunos: <i>Mais perto da Lua.</i> 279. P: <i>Por quê?</i> 280. Hel: <i>Porque a Lua tem menos gravidade do que a Terra.</i>	273. Kat elaborou (ação argumentativa elaborativa) uma resposta cientificamente adequada. 274. Mediante a seqüência de perguntas colocadas pelo professor (argumentação socrática de fornecimento de pistas), o aluno Hel demonstrou ter compreendido que a força de atração da Lua sobre a Terra é igual à força de atração da Terra sobre a Lua, uma vez que o mesmo reelaborou a sua questão (ação argumentativa reelaborativa), elaborando uma nova explicação para o fato de a Lua não cair sobre a Terra (ação argumentativa elaborativa). 275. O professor assumiu novamente uma argumentação socrática de fornecimento de pistas. 280. Hel elaborou uma resposta cientificamente adequada (ação argumentativa elaborativa).
--	---

281. P: <i>Isso mesmo. Essa medida é mais ou menos 90% da distância da Terra e vejam que o fato da gravidade da lua ser menor isso tem a ver com seu tamanho. E vejam que essas forças estão no mesmo corpo, por isso podem se anular.</i> 282. Kat: <i>Gostoso, a hora passou rapidinho.</i> 283. P: <i>Posso voltar numa pergunta que você fez?</i> 284. Kat: <i>Pode ficar à vontade.</i> 285. P: <i>Vocês acham que conforme se distância, acaba a gravidade?</i> 286. Mur: <i>Não.</i> 287. P: <i>Se acabasse a gravidade como a Terra ia atrair a Lua? Ela não acaba, o que acontece é que a nossa massa é desprezível, então quando a gente está muito longe ela vai ficando cada vez menor.</i> Bateu o sinal 288. Kat: <i>Ah! Que pena, eu poderia ficar aqui até 10 h 30 min sem dormir com esse tipo de aula.</i> 289. P: <i>Até julho será assim, você quer?</i> 290. Reg: <i>Lógico!</i> 291. Oli: <i>No começo você fica meio tímido, depois você começa soltar.</i> 292. Hel: <i>Assim a gente aprende melhor.</i> 293. Fab: <i>Eu vou trazer a história do Ícaro de verdade.</i> 294. Kat: <i>Você não quer dar as duas últimas aulas?</i>	285. Por meio de uma argumentação dialógica de recondução, o professor retomou um problema que havia ficado em aberto. 286. O aluno Mur demonstrou, por meio de uma ação argumentativa elaborativa, a compreensão de que o campo gravitacional não é finito. 287. Neste momento o professor usou uma argumentação socrática de remodelamento, a fim de dar contornos precisos ao conceito em questão.
---	--

O professor deu início ao episódio 3 por meio de uma polissemia aberta ou IRF eliciativo decorrente de um discurso lúdico, a fim de levar os alunos a explicitarem as suas opiniões e oportunizar o fluxo de comunicações.

O argumento de Ric (momento 148) evidenciou a sua interação com o texto, embora não tenha compreendido o seu conteúdo com relação ao campo gravitacional. Mesmo assim, considera-se que houve indícios de aprendizagem significativa crítica, uma vez que o aluno elaborou uma pergunta relevante relacionada ao conteúdo trabalhado, demonstrando ter relacionado os seus conhecimentos prévios com os conceitos discutidos no decorrer do fluxo de comunicação. A questão elaborada por Ric levou o professor a buscar a lógica do raciocínio utilizado pelo aluno. A busca do professor em compartilhar os significados com os alunos, oportunizou que o mesmo, por meio de um padrão discursivo IRA, gerasse um conflito no aluno Ric, o que o levou a reformular a sua idéia inicial, demonstrando assim uma aprendizagem significativa crítica (momentos 154, 159, 161). Percebe-se, nessa seqüência, que a pergunta formulada por Ric acerca da existência da gravidade na Lua, levou o professor a enfocar novamente esse conceito, direcionando a atividade de modo a levar os alunos a explicitarem as suas idéias acerca do campo gravitacional, utilizando uma abordagem comunicativa interativa/de autoridade, a fim de conduzir os alunos à resposta cientificamente adequada para o problema em questão.

A seguir, no decorrer dessa polissemia controlada, o professor elaborou questões fundamentais sobre o referido conteúdo, tais como: “por que na Lua a gravidade é menor?”; “o que é a gravidade?”, a fim de investigar as idéias dos alunos sobre a causa da atração gravitacional.

A segunda pergunta acima destacada levou o aluno Cle a estabelecer uma relação inédita e coerente com as explicações aceitas cientificamente (momento 167, 169), afirmando que a gravidade é que mantém a água na superfície da Terra, demonstrando uma aprendizagem significativa crítica. No momento 173, Cle voltou a demonstrar essa compreensão, o que levou o professor a questionar acerca da causa da gravidade, a fim de levar os alunos a estabelecerem a relação de causalidade relativa ao fenômeno.

Esse questionamento do professor levou Fab a argumentar que a gravidade é uma força (momento 176, 178). Na seqüência do fluxo de comunicação, Fab também estabeleceu a relação de causalidade relativa ao fenômeno ao afirmar que quanto maior a massa, maior a gravidade. Seu comentário revelou que o mesmo já havia estudado o presente conteúdo anteriormente, o que denota que o mesmo possuía esse conhecimento em sua estrutura

cognitiva, demonstrando que a sua compreensão acerca do referido conceito ocorreu de forma significativa.

A seguir (momento 181), o professor manteve a polissemia controlada, perguntando aos alunos acerca da gravidade, a fim de levar outros alunos a explicitarem suas opiniões. A partir do surgimento da concepção de que a gravidade é uma força que “puxa” os objetos para “baixo”, Ilt inseriu um novo elemento à discussão (momento 185) ao questionar acerca do comportamento da bexiga, que nem sempre cai, o que denota que o mesmo, por meio de uma pergunta relevante para o contexto em questão, estabeleceu uma relação entre as novas informações e suas concepções prévias, o que pode ser um indício de aprendizagem significativa crítica. O professor não respondeu à pergunta do aluno de imediato, reformulando a pergunta para a classe, a fim de levar os alunos a colocarem as suas opiniões.

Com isso, Hel e Wag (momentos 187 e 188) colocaram os seus argumentos, introduzindo o conceito de densidade, a fim de explicarem o fenômeno. Com isso, esses alunos demonstraram ter estabelecido uma relação entre os seus conhecimentos prévios e os novos conhecimentos, demonstrando assim uma aprendizagem significativa. O professor fez comentários a respeito das hipóteses levantadas pelos referidos alunos, mas não se posicionou validando ou não os referidos comentários, optando por discutir os conceitos relacionados ao fenômeno posteriormente. Assim, direcionou a discussão colocando outra questão acerca da existência ou não da atração gravitacional entre a Terra e a Lua, assumindo assim uma polissemia controlada decorrente de um discurso polêmico. Essa pergunta levou os alunos a explicitarem diversos argumentos e contra-argumentos. Com relação ao argumento elaborado por Hel (momentos 193, 196), considera-se que o mesmo demonstrou atuar como um “perceptor/representador” crítico, atribuindo os seus significados de modo a demonstrar uma aprendizagem significativa idiossincrática acerca do referido conhecimento.

No momento 197 o professor colocou outra pergunta relativa ao campo de atuação da gravidade, direcionando novamente as respostas dos alunos (polissemia controlada), levando os mesmos a colocarem vários argumentos e contra-argumentos. A partir desse fluxo de comunicação, Fab demonstrou indícios de aprendizagem significativa, ao declarar que existe atração gravitacional entre a Terra e a Lua. Cle, no entanto, respondeu que não existe a referida atração. Mediante essas respostas dos alunos, o professor não deu importância à resposta de Cle, mas elaborou outra pergunta: “Por que a Terra e a Lua não se colidem?”. Essa pergunta parece ter gerado um conflito cognitivo em Cle, uma vez que, após um momento de silêncio, que pode significar o recuo necessário para a ocorrência de significações por parte do mesmo, o referido aluno elaborou argumentos (momentos 210, 212) no sentido de tentar

explicar a existência da atração gravitacional entre a Terra e a Lua. Isso pode denotar que o referido aluno reelaborou os seus argumentos iniciais, atribuindo novos significados ao problema em questão, o que pode indicar a ocorrência de uma aprendizagem significativa por parte do mesmo.

A seguir, Hel buscou no texto (momentos 213 e 215) argumentos para explicar o fenômeno, o que pode denotar a facilitação da aprendizagem significativa crítica propiciada pelo texto. No fluxo de comunicação entre Hel e o professor, Oli (momentos 218, 220 e 224) mudou o rumo da conversa, introduzindo um novo elemento ao contexto, por meio de questões relevantes sobre o Sol. Com isso, o mesmo demonstrou a sua visão de mundo, utilizando-se de argumentos do senso comum. Esses questionamentos vinculados as suas representações acerca do problema em questão, podem indicar a ocorrência de uma aprendizagem significativa crítica.

Mediante a discussão anterior, centrada no conceito de gravidade, Oli enfocou outros aspectos relacionados ao Sol. Isso denota que o que lhe chamou a atenção foram problemas diferentes do problema central discutido, bem como a não linearidade da atividade em questão. O professor não se posicionou com relação à pergunta de Cle e, a seguir, Kat interagiu com o texto (momento 227), direcionando a discussão para um outro problema, questionando uma colocação do texto acerca da radiação emitida pelo Sol. Para responder à pergunta, o professor assumiu uma postura diretiva, apresentando as explicações relativas ao problema levantado pela aluna Kat referente à necessidade da atmosfera, com o objetivo de clarear idéias já expostas no texto, mas não compreendidas pela referida aluna. Entretanto, considera-se que o professor tratou o referido assunto de forma superficial e um tanto confusa. O mesmo poderia ter mencionado as outras radiações nocivas à saúde do homem existentes no espaço.

O professor, em entrevista, declarou não fazer parte de seus objetivos aprofundar-se em alguns conteúdos, por se tratar de uma sala de educação de jovens e adultos (supletivo). Desse modo, destaca-se que a utilização desse texto pode ser bastante diferenciada, dependendo dos objetivos do professor.

A seguir (momento 233), o professor retomou alguns conceitos que tinham ficado em aberto, elaborando explicações mais detalhadas sobre o campo gravitacional, trabalhando os elementos fundamentais relacionados a esse conceito, trabalhando ainda a formalização matemática relativa ao valor de g . Após a contextualização sobre o campo gravitacional, retomou a questão da bexiga com gás hélio colocada anteriormente, explicitando o Princípio de Arquimedes, mas não trabalhou formalmente a equação do empuxo. O fato desses conceitos já

terem sido debatidos no contexto da sala de aula, bem como ficado em aberto até o presente momento, pode ter promovido nos alunos o interesse pelas explicações do professor, levando-os à compreensão dos mesmos de forma mais consistente. Talvez se o professor tivesse respondido às questões no momento em que surgiram, suas explicações não teriam sido tão relevantes, por conta de não terem ocorrido reflexões e discussões acerca do conceito de gravidade. Julga-se assim, que o professor procurou organizar e sistematizar as idéias explicitadas pelos alunos, talvez com o objetivo de situá-los nas concordâncias e discordâncias, a fim de viabilizar novas interações e propiciar a motivação nos alunos em articularem os seus conhecimentos prévios com o novo conhecimento.

Esses esclarecimentos por parte do professor levaram o aluno Hel (momento 234) a formular uma pergunta relevante acerca do empuxo, demonstrando ter relacionado os seus conhecimentos prévios com o novo conhecimento, o que pode ser uma evidência de aprendizagem significativa crítica por parte do estudante.

Foi possível perceber que o professor trabalhou superficialmente o conteúdo empuxo, não utilizando as formalizações matemáticas relacionadas ao referido conceito. Entretanto, como já comentado anteriormente, não era esse o objetivo do curso em questão.

A seguir (momento 243), o professor abriu espaço para que os alunos se colocassem assumindo uma polissemia aberta. Com isso, Hel inseriu um novo elemento à discussão (momento 244), demonstrando não discernir os conceitos de massa e peso de um corpo. Os argumentos de Hel levaram o professor (momento 245) a fornecer pistas ao aluno, a fim de verificar se o mesmo demonstraria a compreensão e o discernimento entre os referidos conceitos. A partir da pergunta elaborada pelo professor, Hel (momento 246) demonstrou ter compreendido e discernido os conceitos de massa e peso de um corpo, o que pode denotar que o aluno reelaborou a sua idéia inicial, ao estabelecer novas interações entre o seu conhecimento prévio e o novo elemento fornecido pelo professor em sua pergunta. Isso pode sugerir a ocorrência de uma aprendizagem significativa por parte de Hel. Na seqüência, o professor considerou adequado dar contornos mais precisos aos conceitos em questão (momento 249).

A seguir, o professor optou por retomar o problema anterior acerca da existência ou não da atração gravitacional entre a Terra e a Lua (momento 250).

Entretanto, mediante a argumentação de Hel de que a força de atração da Lua sobre a Terra é menor do que a força de atração da Terra sobre a Lua em virtude de a massa da Lua ser menor do que a massa da Terra, o professor assumiu uma postura de fornecimento de pistas, de acordo com o padrão IRF avaliativo, colocando questões aos alunos com o objetivo de que os mesmos atingissem a compreensão do conceito de ação e reação.

Essa negociação de significados parece ter levado os alunos à compreensão de que as forças de ação e reação não se anulam, em virtude de atuarem em corpos distintos, o que pode ser uma evidência de aprendizagem significativa crítica.

O argumento de Hel (momento 274, 280) sugere que o aluno reelaborou a sua hipótese inicial, atribuindo novos significados ao estabelecer outras relações entre o seu conhecimento e as novas informações, demonstrando assim uma aprendizagem significativa crítica. A colocação do aluno levou o professor novamente a fornecer pistas aos alunos, por meio de uma seqüência de perguntas (IRF avaliativo), a fim de levá-los à compreensão de que, na nova situação proposta por Hel, as forças podem se equilibrar em virtude de atuarem em corpos distintos.

O professor retomou outro problema que havia ficado em aberto acerca do campo de atuação da força de atração gravitacional, levando o aluno Mur (momento 286) a demonstrar a compreensão de que o campo gravitacional vai diminuindo infinitamente, demonstrando assim, uma aprendizagem significativa.

No decorrer deste episódio, foi possível perceber que a abordagem comunicativa utilizada pelo professor foi interativa/de autoridade, pois que embora a liberdade dos estudantes e explicitarem as suas idéias a qualquer momento, o professor procurou conduzir a atividade, por meio de perguntas e respostas, de modo a enfocar os conteúdos relevantes de acordo com os seus objetivos.

Nos momentos de 288 a 294, as declarações dos alunos Kat, Reg, Hel, Fab e Oli evidenciaram a motivação em aprender que a interação professor/aluno/texto promoveu nos alunos. Isso denota que a relação triádica entre professor, alunos e texto (Moreira, 1997, p.16), em que o professor atuou intencionalmente a fim de modificar os significados das experiências dos alunos, apresentando aos mesmos os significados já compartilhados pela comunidade científica, por meio do texto, levou os alunos a uma disposição em aprender, atuando também intencionalmente no sentido de compreender os significados trabalhados. Essas declarações denotam ainda que o texto “Nosso Universo” demonstrou ser potencialmente significativo para os alunos, viabilizando que os mesmos elaborassem argumentos cada vez mais estruturados.

5.1.2. Análise dos episódios relativos ao Capítulo IV

Para a análise do presente capítulo, escolhemos os episódios 6, 7, 8 e 10, pois consideramos que os mesmos evidenciaram alguns aspectos relevantes a serem analisados relacionados à utilização da história da ciência no ensino de Física, tais como: - a postura do professor mediante a abordagem do texto em que é evidenciado o caráter dinâmico e provisório dos conhecimentos científicos; - a atribuição de significados dos alunos mediante a postura do professor, ou seja, a influência das colocações do professor nos argumentos elaborados pelos alunos acerca dos conteúdos presentes no texto.

Episódio 6:

Eis algumas citações de Bruno que dão uma idéia da sua forma de pensar sobre o universo:

"(...) Assim, pois a Terra não está no centro do Universo; ela só é central em relação ao espaço que nos circunda.(...)".

"É assim que a excelência de Deus se exalta e que a grandeza de seu reino se manifesta; Ele é glorificado não em um único, mas em incontáveis sóis; não em uma única Terra, mas em mil, que digo? Numa infinidade de mundos".

— De sorte que não é vã essa pujança de intelecto que quer e logra a adição de espaço a espaço, massa a massa, unidade a unidade, número a número, não é vã a ciência que nos liberta dos grilhões de um reino estritíssimo e nos promove à liberdade de um império verdadeiramente augusto (...)

Não há fins, termos, limites ou muralhas que nos possam usurpar a multidão de coisas e privar-nos dela. Por isso a Terra e o oceano são fecundos; por isso o clarão do Sol é eterno; por isso há eternamente provimento de combustível para as fogueiras vorazes e a unidade restaura os mares exauridos. Porque do infinito é engendrada uma abundância sempre renovada de matéria.

Assim, Demócrito e Epicuro⁽³⁾, que sustentavam que tudo através do infinito sofria renovação e restauração, compreendiam essas questões melhor que aqueles que a todo custo mantêm a crença na imutabilidade do Universo, alegando um número constante e invariável de partículas de material idêntico que perpetuamente sofrem transformações, umas em outras." (Giordano Bruno, "De Infinito universo e mondi", escrito em 1584, citado por Alexandre Koyré).

(3) Epicuro : Filósofo grego, que se opunha ao pensamento platônico e aristotélico, cuja idéia central do ser humano é à busca da felicidade.

Discussões relativas ao episódio 6 – Capítulo IV

133. P: <i>Alguém quer falar algo sobre esse pedaço? Sobre o modelo heliocêntrico, sobre o Sol... na verdade não seria nem o Sol no centro do mundo, seria o Sol no centro do</i>	133. O professor, por meio de uma ação dialógica de instigação, incentivou os alunos a explicitarem as suas opiniões.
---	---

<i>nosso sistema ...</i> 134. P: <i>Luc1, o que você acha da Terra se movimentar?</i> 135. Luc1: <i>Ah! O que eu ouvi falar é que o Sol gira em torno da Terra.</i> 136. P: <i>Onde você ouviu falar isso?</i> 137. Luc1: <i>Na escola! Quando eu estudava... inclusive eu vi isso na televisão.</i> 138. P: <i>O professor falou que o Sol girava em torno da Terra?</i> 139. Luc1: <i>É, mas também passou na televisão, sempre no fantástico passa!</i> 140. P: <i>Que o Sol gira em torno da Terra?</i> 141. Luc1: <i>É, agora eu não sei se é verdade!</i> 142. Luc2: <i>Quando eu fiz a tele sala, no livro que eles dão para a gente ver também tem sobre esses negócios do Sol, que é o Sol que gira.</i> 143. P: <i>Em torno da Terra?</i> 144. Luc2: <i>É, que eu lembro, não! A Terra se movimenta e o Sol fica parado, é a Terra que...</i> 145. P: <i>E você Luc1,, ensinaram para você na escola que é o Sol que se movimenta?</i> 146. Luc1: <i>É, agora eu não sei, pode ser!</i> 147. P: <i>E o que você acha?</i>	134. O professor assumiu uma argumentação dialógica de instigação. 135. A hipótese apresentada (ação argumentativa elaborativa) pela aluna Luc1 mostrou-se inadequada do ponto de vista científico. 136,138. O professor buscou a lógica da afirmação de Luc1 (fala avaliativa). 137,139. Luc1 elaborou a sua resposta por meio de uma ação argumentativa elaborativa. 141. O professor repetiu várias vezes esta mesma pergunta, o que pode ter levado a aluna a começar a perceber que a sua resposta era inadequada. 142. Luc2 concordou com Luc1 (ação argumentativa concordante). 144. Luc2 refletiu melhor, a partir da pergunta do professor e reelaborou a sua resposta (ação argumentativa reelaborativa). 145. A argumentação dialógica de instigação do professor, insistindo na mesma pergunta, talvez tenha ocorrido com o propósito de desestruturar a aluna. 146. Luc1 se mostrou confusa. 147. O professor se posicionou por meio de uma argumentação dialógica de instigação.
--	--

148. Luc1: <i>Ah! Eu acho que .. como o professor falou que faz assim! Não sei, então é a Terra que gira em torno dele então!</i> 149. P: <i>Não, mas você não precisa...</i> 150. Luc1: <i>Não, eu sei..</i> 151. P: <i>Deixe eu te falar ...</i> 152. Luc1: <i>Eu entendi...</i> 153. P: <i>Tem vários modelos, você viu que ... que a gente leu no texto vários modelos?</i> 154. Luc1: <i>Eu entendi.</i> 155. P: <i>Tem vários pensadores, é assim, deixe eu te falar, colocar o Sol no centro era complicado para as pessoas porque justamente não conseguiam explicar isso que a gente estava falando, o passarinho está na árvore e vai pegar um bichinho no chão, ele sai da árvore, se a Terra está girando como é que ele (...)</i> 156. Luc1: <i>Ele não consegue pegar (...)</i> 157. P: <i>Ele teria que correr atrás!</i> 158. Luc1: <i>Hã hã!</i> 159. P: <i>Por isso é que se colocou a Terra no centro. Aí alguns problemas da Terra no centro do universo fizeram os cientistas pegarem e colocarem o Sol no centro do universo, então você veja que não existe uma verdade sobre esse assunto.</i> 160. Luc1: <i>É!</i> 161. P: <i>Ó pessoal, uma coisa que eu gostaria de comentar com vocês aqui, essa coisa de verdade, a gente às vezes está muito atrelado a acreditar em verdades, não existem</i>	148. A aluna reelaborou a sua resposta, mas demonstrou claramente que o fez porque percebeu que a resposta adequada seria relativa ao sistema heliocêntrico e não porque realmente acreditasse nisso. 149. O professor tentou argumentar com a aluna que a mesma não deveria assumir uma postura acrítica em sala de aula (argumentação socrática de reespelhamento). 150,152,154,156,158,160,162,164. A aluna parece ter assumido uma ação argumentativa concordante. 155,157,159. O professor insistiu em elucidar (argumentação socrática de elucidação) o fenômeno novamente para Luc1. 161,163. O professor parece ter utilizado uma argumentação dialógica de instigação a fim de deixar os alunos à vontade para se colocarem.
--	--

<i>verdades, a Terra está no centro, ou o Sol está no centro, o que existe são modelos, o texto de hoje foi um exemplo interessante disso, apesar de, às vezes complicado de entender, mas foram apresentados vários modelos para esse assunto, várias explicações diferentes. E essas explicações quando elas não satisfazem determinadas perguntas elas vão mudando, elas vão mudando. Então deixe eu dar uma sugestão para você, não tenha nunca esta postura: “já que o senhor falou está falado”.</i> 162. Luc1: Não! 163. P: <i>Não, não, defenda o seu ponto de vista, por exemplo: se para você é difícil de entender, se para você não faz sentido a Terra se movimentando, então não acredite no professor, mas tente entender esse outro modelo, mas não acreditar, já que o senhor falou está falado, não tenha esta postura não.</i> 164. Luc1: Entendi. 165. Luc2: <i>É a mesma coisa, tem gente que duvida que a Terra é redonda, tem gente que duvida que ela que gira! Não é professor? Pensa bem, muitos duvidam que ela gira, e outros duvidam que ela é redonda.</i> 166. Mar: <i>Eu duvido que ela é redonda.</i> 167. P: <i>É? Então, e outros duvidam que ela gira ou que o Sol gira, já são duas possibilidades que têm que discutir muito não é?</i> 168. P: <i>Tem que discutir muito, não é fácil. Por exemplo, é fácil eu falar assim para você: a Terra tem um movimento de rotação em torno do seu eixo, e um de translação em torno do Sol, eu falo isso para você e você me fala: Ah bom!</i> 169. Luc2: <i>Tá bom! Mas e se não for?</i>	166. Esta aluna colocou a sua contra-argumentação (ação argumentativa questionadora). 167. O professor somente afirmou que é importante discutir, mas não usou nenhum argumento científico para levar a aluna Mar a uma ação argumentativa reelaborativa. Neste momento seria necessário que o professor, pelo menos, utilizasse uma fala avaliativa com o intuito de investigar a lógica da argumentação usada pela aluna Mar. 169. Luc2 colocou uma questão (ação argumentativa questionadora).
--	--

170. P: <i>Então, pode ser que não seja, não é?</i> 171. Luc2: <i>Mesma coisa da Terra redonda, e se ela não for redonda?</i> 172. P: <i>Como é que a gente sabe que ela é redonda?</i> 173. Luc2: <i>E se ela for oval ou quadrada ou (...)</i> 174. P: <i>E aliás ela não é redondinha, ela é meio achatada nos pólos.</i> 175. Luc2: <i>São duas questões, bem dizer, sem explicações, não é? Por que não dá para explicar o movimento ideal dela e nem o formato?</i> 176. P: <i>Vamos tentar explicar.</i> 177. Cle: <i>Professor, eu queria fazer uma pergunta para você, mas não é nada disso de sistema solar, eu sempre tive curiosidade de saber sobre o buraco negro que tem no espaço, o que é aquilo? É verdade se você entra lá você sai do outro lado da galáxia? Isso que falam.</i> 178. P: <i>O buraco negro seria uma estrela que devido à atração gravitacional ela vai se apertando, como aquela explicação que eu dei na aula passada, você lembra? Uma camada de gases (...) poeira que vai se apertando se comprimindo (...) conforme ela se comprime mais, ela se aperta mais, ela vai ficando com uma atração gravitacional maior, porque a atração gravitacional aumenta quando aumenta a densidade, e o buraco negro seria uma estrela que se comprimiu tanto que tem uma atração gravitacional tão grande que nem a luz escaparia dessa atração.</i> 179. Cle: <i>An!</i> 180. P: <i>Até a luz seria sugada por ele.</i>	170. Esta atitude do professor parece ter autorizado a fala de Luc2, por meio de uma argumentação socrática de reespelhamento. 171,175. Luc2 colocou outra questão (ação argumentativa questionadora). 172. O professor assumiu uma argumentação dialógica de instigação, o que pode denotar que o professor considerou conveniente continuar incentivando os alunos a explicitarem as suas opiniões. 174. O professor parece ter assumido uma argumentação socrática de elucidação. 177. Cle assumiu uma ação argumentativa de inserção, colocando um novo elemento em questão. 178,180. O professor utilizou uma argumentação socrática de elucidação para responder à pergunta de Cle.
--	---

181. Cle: <i>Agora está explicado.</i> 182. P: <i>Isso (...) têm teorias que dizem que têm buracos negros que estão atraindo as galáxias, as galáxias estão chegando (...) por exemplo: o sistema solar está sendo atraído por um buraco negro, e isso demora porque está longe, e conforme vai passando o tempo ele vai se comprimindo (...) agora esse negócio que passa e vai para o outro lado, negócio de tempo, isso já é uma física mais complexa são teorias mais recentes e eu não tenho condições enquanto professor falar sobre isso.</i> 183. Clei: <i>Está certo.</i>	181. Cle demonstrou uma ação argumentativa concordante. 182. Neste trecho, o professor por meio de uma argumentação retórica de exposição, complementou a resposta relativa à questão do buraco negro, embora que superficialmente, mesmo sem nenhum questionamento por parte dos alunos. Essa superficialidade pode ter ocorrido em virtude do desconhecimento do professor acerca do assunto, o que pode contribuir para desmistificar a concepção que compreende o professor como detentor do conhecimento e o aluno como receptáculo do mesmo. Isso se dá porque nesta atividade o controle das ações não está somente com o professor, mas também com os alunos e nesse contexto, problemas novos ou inesperados podem vir à tona.
---	---

Em princípio o professor assumiu uma abordagem comunicativa interativa/de autoridade, a fim de conduzir os estudantes à compreensão do sistema heliocêntrico. Para tal, utilizou-se de um padrão discursivo IRF avaliativo (BAKHTIN, 1993), procurando direcionar a discussão para o referido conceito, por meio de uma polissemia controlada decorrente de um discurso polêmico.

Entretanto, ao questionar a aluna Luc1 sobre o movimento da Terra, a mesma demonstrou aceitar o sistema geocêntrico, mesmo após o ensino formal sobre o assunto. É interessante destacar que no episódio anterior, relativo à presente atividade, o professor mostrou, por meio de argumentações socráticas de fornecimento de pistas, o porquê de nós não percebermos o movimento da Terra, mas parece que a referida aluna não conseguiu relacionar as suas idéias prévias com as “novas” informações. Mediante as colocações da aluna, o professor reformulou a pergunta diversas vezes, o que a levou a demonstrar alguma insegurança em sua resposta, no momento 141, talvez em virtude de o professor ter repetido a mesma pergunta várias vezes. Percebe-se ainda que, em princípio, o argumento de Luc1 influenciou o argumento da aluna Luc2. No entanto, após um momento de reflexão (144), Luc2 assumiu o sistema heliocêntrico.

A seguir, o professor refez a pergunta para Luc1 que demonstrou aceitar passivamente o sistema heliocêntrico, por ter percebido, pela postura do professor, que essa

seria a resposta adequada. Esta atitude da aluna pode denotar que a mesma está habituada ao discurso autoritário, uma vez que as formações imaginárias se dão de modo que a imagem social do aluno é a de que nada sabe e está na escola para aprender (tutelado), enquanto a imagem social do professor é daquele que possui o conhecimento e está na escola para ensinar, de modo que a imagem que o aluno tem do professor é de autoridade (ORLANDI, 2001).

Mediante essa postura da aluna, o professor argumentou que a mesma não deveria aceitar acriticamente o que é ensinado na escola. A mesma parece ter aceitado o argumento do professor. Entretanto, na seqüência do fluxo de comunicação, a sua postura parece indicar que a mesma estava disposta a encerrar o assunto, sem mais discussões. Mas o professor insistiu em fazer mais algumas colocações, especialmente enfatizando que a mesma nunca deve apresentar uma postura acrítica e passiva sobre qualquer assunto em sala de aula, jamais declarando: “Se o professor disse que é assim, então está certo”.

Com relação às interpretações dos alunos (momento 135 a 143), houve evidências de que as mesmas não são uniformes (BENJAMIN, 2000), ou seja, na verdade, dificilmente as alunas Luc1 e Luc2 ouviram na escola ou na televisão que é o Sol que gira em torno da Terra. Provavelmente, o que as mesmas ouviram foi exatamente o contrário, mas interpretaram de acordo com as suas concepções prévias. Esse fato denota que cada aluno é “um perceptor e representador do mundo”, ou ainda, cada aluno “vê as coisas não como elas são, mas como ele é” (MOREIRA, 2000).

A postura acrítica da aluna Luc1 refletiu na postura do professor que passou a assumir uma abordagem comunicativa interativa/dialógica, a fim de explorar as idéias dos alunos e trabalhar diferentes pontos de vista, ressaltando o caráter provisório e dinâmico dos conhecimentos científicos. Para tal, o mesmo utilizou um discurso lúdico. Entretanto, embora consideremos que o mesmo tenha agido de forma adequada ao afirmar que não existem verdades absolutas (momentos 161, 163, 167, 168, 170 e 172) acredita-se que seria conveniente que o professor colocasse de forma mais categórica o que é aceito atualmente em termos científicos, a fim de que os alunos pudessem discernir entre os modelos aceitos ou não cientificamente.

Assim, ressalta-se que a atitude do professor, não se posicionando com relação às explicações científicas aceitas atualmente, pode levar os alunos a acreditarem que não existem elementos científicos que comprovem os seus modelos teóricos, mesmo que dentro de um campo de validade revelado pelo contexto histórico. Considera-se assim que, neste episódio, o

professor deveria ter assumido uma postura mais diretiva em alguns momentos, no sentido de elucidar alguns conceitos para os alunos. Entretanto, o mesmo não o fez e “deixou no ar” algumas dúvidas, como nos momentos (169 e 171), em que se deu uma discussão acerca da forma e dos movimentos da Terra. Existem argumentos científicos que comprovam a forma da Terra. No entanto, o professor não os utilizou. Pelo contrário, agiu de forma a levar os alunos a acreditarem que as suas concepções prévias também explicariam adequadamente (do ponto de vista científico) o referido fenômeno.

Mediante essas colocações do professor, considera-se que o mesmo caiu em contradição no momento 174, uma vez que havia acabado de afirmar que não dá para saber se a teoria cientificamente aceita é ou não verdadeira. Nesse momento (174) o mesmo afirmou que a Terra é meio achatada nos pólos.

Luc2, embora tenha afirmado anteriormente que aprendeu na escola que a Terra gira em torno do Sol, demonstrou (momento 175) não ter compreendido as idéias aceitas cientificamente sobre o assunto. Isso denota que, a mesma pode ter aprendido de forma mecânica o sistema heliocêntrico, embora acredite no sistema geocêntrico.

No momento (176) em que o professor ia elucidar as dúvidas da aluna Luc2 acerca do formato da Terra, colocando as explicações científicas aceitas atualmente, o mesmo foi interrompido pelo aluno Cle com uma pergunta acerca do buraco negro. A pergunta formulada por Cle foi relevante para o contexto em questão, o que pode indicar que o aluno relacionou as suas idéias prévias com o novo conhecimento, de forma não-arbitrária e substantiva, sugerindo, assim, que pode ter ocorrido uma aprendizagem significativa crítica por parte do aluno.

Ao invés de o professor esclarecer primeiramente a dúvida da aluna Luc2, assumiu uma abordagem comunicativa não-interativa/de autoridade, respondendo diretamente à pergunta de Cle (momentos 178, 180, 182), deixando a dúvida de Luc2 sem resposta. Com isso, nesses momentos, considera-se que o professor utilizou um padrão interativo de autoridade (ORLANDI, 2001).

Cle, por sua vez, demonstrou ter ficado satisfeito com a explicação do professor. Essa explicação foi fundamentada em conceitos trabalhados em episódios anteriores, o que pode ter facilitado tanto a explicação do professor, quanto a compreensão do aluno.

Episódio 7: Continuação do Capítulo IV

Leitura:

A revolução Copernicana adquire maior consistência, com as descobertas telescópicas e a mecânica de Galileu e pelo importante trabalho desenvolvido por Tycho Brahe e Johannes Kepler.

Tycho Brahe, que nasceu em 1546 e faleceu em 1601, fundou e dirigiu uma das primeiras instituições científicas modernas, o Observatório de Uraniburgo, na Dinamarca, onde trabalhou durante 21 anos. O sistema de mundo, ladeado por uma frase de sua autoria:

"Não estarão sendo confundidos os objetos celestes com os terrestres?...

Não estará sendo colocada de cabeça para baixo toda a ordem da natureza?".

Assim, na sua modificação do sistema ptolomaico, Tycho conservou a Terra no centro do universo finito, em torno da qual orbitaria o Sol com os planetas girando em torno de si.

O filósofo/escritor Paul Chatel, num romance sobre a vida de Tycho Brahe, destaca a profissão de fé geocêntrica do grande astrônomo num suposto diálogo entre ele e Kepler:

"Duvidei durante muito tempo-respondeu Kepler-, mas esta dificuldade em descrever o movimento aparente dos planetas faz-me crer que Copérnico talvez estivesse certo... -.. Faz-me crer! - interrompeu -o Tycho, irritado. -Eu, eu vos digo que vós vos deixais conduzir ao léu da corrente. Estas suposições não se sustentam, meu caro Kepler! Elas não resistem nem à reflexão nem à experiência! A Terra não é um pião. Se fosse assim, o mar, os oceanos e o ar se movimentariam incessantemente. Só haveria tempestades, furacões, maremotos causados pela rotação da Terra. Ora, eu que vivi durante muitos anos numa ilha, posso vos assegurar que não reparei que seja assim..

Kepler quis interromper Tycho, que continuou:

-Existe outro argumento. Trata-se da ausência de paralaxe anual das estrelas fixas, enquanto que, de acordo com vossa opinião e a de vossos amigos, supõe-se que a Terra segue sua grande trajetória ao redor do Sol.

-Compreendo muito bem vossos argumentos, respondeu Kepler, mas eles não provam que a Terra seja fixa. Ora, outras suposições nos levam a pensar que nossa Terra se move mesmo.

- Não me ocupo de suposições-, retrucou Tycho. -Meu sistema é o resultado de longos anos de observações e representa um meio termo razoável e lógico entre Copérnico e Ptolomeu. A Terra tychoniana é imóvel no centro de um universo que se move. A seu redor, gravitam a Lua e, um pouco mais longo, o Sol. Os cinco planetas giram em torno do Sol de maneira que os raios de Marte, de Júpiter e de Saturno são sempre maiores do que aqueles da trajetória do Sol. Assim, estes planetas nunca se encontram entre o Sol e a Terra. Admito que a descrição dos movimentos dos planetas constitui um problema que falta esclarecer e no qual devemos trabalhar! Mas afirmo que o Sol gira ao redor da Terra e não o contrário. Eu vos poupei do relatório sobre as experiências realizadas em Uraniburgo: a dos tijolos que caem sempre no mesmo lugar e a do canhão apontado para o norte para o sul, para leste ou para oeste, cuja bala cai sempre a uma distância igual. A Terra não gira, Kepler"(*)

(*) Paul Chatel. *O castelo das estrelas*. Nova Stella Editorial e EDUSP. São Paulo 1990, pág300/301

Discussões relativas ao Episódio 7 – Capítulo IV

184. P: <i>Então boa noite para vocês.</i>	
185. Oli: <i>Você se lembra que nós conversamos sobre o livrinho sobre a Terra</i>	185. Oli demonstrou uma ação argumentativa investigativa.

<i>que gira, que eu mostrei lá na outra sala?</i> 186. P: <i>Lembro! Então gente, o Oli me procurou, quando eu estava em outra sala e me mostrou um livrinho sobre o sistema solar. Nós vamos entrar neste assunto hoje, nós vamos falar dele. Vamos antes fazer uma pequena retrospectiva da aula passada. (O professor abordou acerca da forma da Terra e dos modelos heliocêntrico e geocêntrico, abordados na aula anterior)</i> 187. P: <i>Deixe eu fazer uma pergunta para você Hel: a Terra gira?</i> 188. Hel: <i>Gira em torno do eixo dela mesma.</i> 189. P: <i>E onde mais?</i> 190. Hel: <i>Em torno do Sol, são dois movimentos.</i> 191. P: <i>E por que quando um pássaro que está numa árvore observa um pedaço de pão no chão e se desloca da árvore até o chão, a Terra não sai correndo e ele fica? Entenderam esse raciocínio? Então se a Terra gira, vamos partir dessa verdade, aqui está a Terra (...) bom, como esta questão de norte e sul são coisas arbitrárias, vamos pegar ela deitada e considerar que ela esteja girando assim, entenderam? Vamos analisar ela deitadinha. Nós estamos aqui, aqui em cima, não, vamos pegar ela girando desse jeito, vamos supor que ela gire para lá, está girando para lá, a pessoa saltou, ela não deveria cair para cá? Quer dizer, este ponto deveria se deslocar para cá e a pessoa deveria (...) imaginem eu, vou dar um salto e a Terra está girando assim, o Sol nasce aqui ela está girando para cá, pulei, não deveria cair para lá?</i> 192. Tat: <i>Se ela está girando pela lógica eu acho que sim, não é?</i>	186. O professor iniciou este episódio com uma argumentação retórica de contextualização a fim de promover o envolvimento dos alunos com os temas discutidos na aula anterior, referentes à primeira parte do capítulo 4. 187,189. O professor assumiu uma argumentação dialógica de instigação, a fim de levar o aluno Hel a explicitar a sua opinião sobre o assunto determinado pelo professor. 188,190, Hel apresentou uma ação argumentativa elaborativa cientificamente adequada. 191,193. Por meio de uma argumentação socrática de fornecimento de pistas, o professor buscou levar os alunos a perceberem que todos nós estamos em movimento juntamente com a Terra. 192. O argumento de Tat (ação argumentativa elaborativa) pode indicar que, embora a aluna tenha participado da aula anterior e de todas as argumentações elaboradas pelo professor, continuou
--	--

193. P: <i>O passarinho está sobre a árvore e vê o pão ali no chão. Aí ele sai da árvore (...) quando ele sai da árvore a Terra como gira, ele não teria que sair correndo atrás do pão? No entanto ele pega o pão. Como é que a gente explica isso? Eu fiz essa questão, na verdade a gente discutiu isso na semana passada e apresentamos um argumento que explica isso.</i> 194. Hel: <i>É que o passarinho tem a mesma velocidade que a Terra tem. Todo mundo tem a mesma velocidade da Terra.</i> 195. P: <i>Só para fechar, quero que vocês falem mais o problema de uma Terra em movimento. É que nós que estamos aqui nesta Terra em movimento não sentimos este movimento, esse era o problema para o Tycho Brahe, que já conhecia o modelo de Copérnico, que o Sol está no centro do universo e a Terra gira em torno do Sol e em torno do seu próprio eixo, mais ou menos esse que o Hel disse, só que quem está na Terra não sente esse movimento, até usei o argumento da semana passada, se vocês estiverem em um carro em movimento e dentro do carro estiver um mosquito, o mosquito sai da pessoa que está dirigindo e voa para o passageiro de trás, e volta como se (...) o fato dele não estar em contato com ninguém não faz com que o carro esmague ele no vidro, imaginem, ele sai da pessoa que está aqui, fica flutuando no ar, o carro está em movimento, não bate o vidro nele, porque todos estão em movimento juntos. Nós estamos juntos, nós estamos em movimento</i>	demonstrando a não compreensão dos argumentos científicos que fundamentam o movimento da Terra, uma vez que a mesma não demonstrou ter reelaborado as suas explicações para o referido fenômeno. 194. Embora o aluno Hel tenha faltado na aula anterior, o mesmo, por meio de uma ação argumentativa elaborativa, demonstrou a compreensão do movimento da Terra no decorrer de suas respostas, ou seja, argumentou que a Terra gira em torno do seu eixo, em torno do Sol e que os referidos movimentos não são percebidos pelas pessoas em virtude das mesmas estarem se movimentando juntamente com a Terra. 195. Neste trecho, o professor utilizou uma argumentação retórica de contextualização, uma vez que o mesmo sintetizou as principais idéias abordadas no texto, a fim de explicar modelo proposto por Tycho Brahe.
--	--

<i>juntos com a Terra. Para resolver este problema ó o que o Tycho Brahe fez: ele falou o seguinte, não, não vamos inverter as coisas, a Terra está (...) ela não se move ela é o centro do universo eu morei em uma ilha, ele disse.</i> 196. Rob: <i>Um cara está num carro dirigindo e tem uma abelhinha dentro, ele acelera o carro a abelhinha sai junto com ele, aí ela vai tirar o sarro nele ele atola o pé e ela cola no vidro lá atrás!</i> 197. P: <i>É, mas é porque ele acelera! Se ele acelera o carro, realmente isso acontece, mas se ele estiver com uma velocidade uniforme constante, a abelhinha vai estar na mesma velocidade dele e aí ela se movimenta ali dentro como se o carro estivesse parado, mas se ele acelera, o carro ganha uma velocidade diferente da abelha e pode acontecer isso mesmo. Mas só para fechar essa linha, deixem eu terminar, olha o modelo do Tycho Brahe, ele colocou a Terra no centro. (O professor comentou os argumentos que Tycho Brahe usou para defender o sistema geocêntrico)</i> 198. Tat: <i>E a Lua não gira?</i> 199. P: <i>A Lua gira em torno da Terra, então seria mais ou menos assim: a Terra no centro, aí tem a Lua girando em torno da Terra. Vamos pegar o Sol aqui. Esse aqui é um desenho totalmente mal feito, o Sol girando em torno da Terra, e os outros planetas girando em torno do Sol, e todo esse conjunto aqui girando em torno da Terra.</i> 200. Tat: <i>E a Lua, onde a Lua ficaria?</i> 201. P: <i>A Lua, nesse desenho que eu fiz aqui, seria essa aqui ó, essa aqui mais próxima da Terra girando em torno dela. Para tentar resolver esse problema aí que se a Terra gira a gente não percebe. Por favor agora eu gostaria que vocês comentassem, então eu só quis fazer isso daqui para explicar o modelo</i>	196. Rob assumiu uma ação argumentativa de inserção, colocando um novo exemplo ao contexto. 197. O professor utilizou uma argumentação socrática de remodelamento, procurando detalhar e precisar as idéias contidas no comentário do aluno Rob. Na sequência, por meio de uma argumentação retórica de exposição, o professor apresentou aos alunos o modelo de Tycho Brahe. 198,200. Tat se colocou por meio de uma ação argumentativa questionadora. 199,201. O professor assumiu uma argumentação socrática de elucidação a fim de esclarecer a dúvida de Tat.
--	--

<i>do Tycho Brahe, porque não é muito fácil entender.</i> 202. Tat: <i>Eu falei professor a Lua, quando ela se torna crescente, minguante, é porque o Sol vai fechando ela, é assim?</i> 203. P: <i>Pessoal, por que a Lua apresenta essas fases, alguém sabe explicar isso?</i> 204. Ric: <i>Por causa da sombra da Terra, por causa da sombra, a Terra faz sombra do Sol faz meia Lua, entendeu?</i> 205. P: <i>As fases da Lua, não é? Vamos pensar um pouco porque eu também estou meio engasgado nessa, bom vamos pensar, por que é que nós vemos a Lua?</i> 206. Wag: <i>Por causa dos raios do Sol.</i> 207. P: <i>A Lua não tem luz própria, ela reflete a luz do Sol, então eu acredito que dependendo da posição que a Lua está no céu em relação a nós aqui na Terra, partes dela são vistas e outras não. Por isso que a gente vê as fases.</i> 208. Tat: <i>Mas então é o Sol que ilumina ela?</i> 209. P: <i>É o Sol que ilumina ela.</i> 210. Tat: <i>Por que de dia ela vai aparecer, ela aparece, mas a gente não vê?</i> 211. P: <i>Você nunca viu a Lua durante o dia?</i> 212. Tat: <i>Eu não.</i> 213. P: <i>Alguém já viu a Lua durante o dia?</i> 214. Reg: <i>Eu já vi, mas ela não tem cor é branca.</i>	202. Tat apresentou um problema não planejado (ação argumentativa de inserção) para ser discutido, ou seja, o das fases da Lua. 203. O professor colocou a pergunta para a sala, por meio de uma argumentação dialógica de instigação. 204. Ric elaborou uma hipótese (ação argumentativa elaborativa) para explicar o fenômeno. 206. Wag demonstrou, por meio de uma ação argumentativa elaborativa, a compreensão de que a Lua é uma fonte secundária de luz. 207. Neste trecho, o professor poderia ter explorado as concepções dos alunos sobre a Lua emitir ou não luz própria, por meio de perguntas. Entretanto, considera-se que o mesmo foi diretivo, utilizando-se de uma argumentação retórica de exposição para explicar o fenômeno das fases da Lua. 208. Tat, por meio de uma ação argumentativa questionadora, demonstrou não saber que a Lua não emite luz própria. 210. Tat colocou uma questão (ação argumentativa questionadora). 211. A pergunta do professor pode denotar uma ação dialógica de contraposição por parte com relação à afirmação de Tat. 213,220. O professor assumiu uma argumentação dialógica de instigação. 214. Reg colocou o que já observou por meio de uma ação argumentativa elaborativa.
---	--

215. P: <i>Mas dá para ver a Lua durante o dia.</i>	
216. Tat: <i>Então ela aparece?</i>	
217. P: <i>A Reg já viu a Lua durante o dia.</i>	
218. Reg: <i>Algumas vezes.</i>	
219. Tat: <i>Eu nunca vi.</i>	
220. P: <i>Alguém mais já viu a Lua durante o dia?</i>	
221. Ric: <i>Na parte da manhã é mais fácil ver a Lua.</i>	221. Ric colocou o que observou a partir de uma ação argumentativa elaborativa.
222. Wag: <i>Cinco horas na parte da tarde da para ver.</i>	222. Wag pareceu ter se colocado por meio de uma ação argumentativa questionadora, discordando de Ric.
223. Reg: <i>Na parte da manhã dá para ver.</i>	223. Reg concordou com Ric (ação argumentativa concordante).
224. Fab: <i>Tem época do ano que dá para ver a lua 24h.</i>	224,226. Fab elaborou outra possibilidade (ação argumentativa elaborativa).
225. P: <i>Como é?</i>	225. O professor, por meio de uma fala avaliativa, buscou uma explicação mais detalhada por parte de Fab.
226. Fab: <i>Tem época do ano que dá pra ver a Lua 24h, de manhã, meio dia, tem época meio dia você olha (...)</i>	
227. <i>Aqui uns alunos falam paralelamente.</i>	227. O fato de alguns alunos fazerem comentários paralelos pode denotar que o assunto em questão gerou uma polêmica entre eles, uma vez que cada aluno apresentou diferentes observações a respeito das fases da Lua. Isso pode ter ocorrido devido à postura dialógica de instigação do professor, o que incentivou os alunos a explicitarem as suas opiniões sobre o fenômeno em questão.
228. P: <i>Isso depende da posição que ela está no céu em relação a nós e ao Sol.</i>	228. O professor poderia ter comentado em que fase da Lua ela é vista durante o dia.
229. Tat: <i>Professor, e o arco íris?</i>	229. Tat inseriu (ação argumentativa de inserção) um novo problema a ser discutido, por meio de uma pergunta (ação

	argumentativa questionadora).
230. P: <i>E o arco íris? A Tat perguntou, e o arco íris, quando surge?</i>	230. O professor novamente assumiu uma postura de instigação (argumentação dialógica de instigação).
231. Fab: <i>Tem que ter água.</i>	231. A resposta de Fab (ação argumentativa elaborativa) pode indicar que o mesmo apresentava a compreensão do fenômeno.
232. Reg: <i>Ele não é maior que a Lua? Onde o Sol fica à noite?</i>	232. Reg se colocou por meio de uma ação argumentativa questionadora.
233. P: <i>Boa pergunta, a Reg perguntou onde fica o Sol à noite?</i>	233. O professor assumiu uma argumentação dialógica de instigação.
234. Wag: <i>Lá no Japão!</i>	234. Wag apresentou uma ação argumentativa elaborativa.
235. Tat: <i>Professor, como é que formam as cores do arco-íris?</i>	235. Tat refez a pergunta (ação argumentativa questionadora) que havia ficado sem resposta.
236. P: <i>Nós temos várias perguntas aqui.</i>	
237. Kat: <i>E várias respostas.</i>	
238. P: <i>Vamos voltar à pergunta da Reg que é interessante, onde fica o Sol à noite?</i>	238. Verifica-se que foram apresentados dois problemas por parte das alunas Tat e Reg (momentos 229 e 232), mas o professor preferiu trabalhar, <i>à priori</i> , o problema do dia e da noite, por meio de uma argumentação dialógica de instigação. Em entrevista o professor declarou que essa escolha ocorreu em virtude de o mesmo ter maior domínio sobre referido assunto e, dessa forma, enquanto apresentava explicações para o problema referente à posição do Sol à noite, elaborava explicações para o fenômeno do arco-íris.
239. Wag: <i>Fica na parte inversa da Terra.</i>	239. Wag elaborou uma explicação (ação argumentativa elaborativa) adequada do ponto de vista científico, o que já havia feito no momento 234.
240. Fab: <i>Na parte (...) do outro lado!</i>	240. Fab concordou com a resposta de Wag (ação argumentativa concordante).
241. P: <i>Vamos lá, imagine que você vai ser o</i>	241. O professor utilizou uma argumentação

<i>Sol, vamos pegar o modelo de Copérnico. Faz de conta que você (um aluno) é o Sol. Você fica aí, de acordo com o modelo de Copérnico, esse daqui (capacete) é a Terra, estão desproporcionais porque o Sol é bem maior do que a Terra. A Terra tem dois movimentos, o movimento de rotação, que ela faz assim ó, em torno do próprio eixo, certo! E o outro movimento, que é o de translação que é aquele que ela dá uma volta em torno do Sol. Voltas em torno do Sol, então é assim, imagine que nós moramos aqui, quando nós moramos aqui o que é neste momento? Você é o Sol, o que é neste momento? É dia, aí a Terra girou, e agora o que é para nós agora?</i> 242. Reg: Noite. 243. Fab: Isso aí é o prazo de 24h. 244. P: <i>Aqui no caso foi 12, vamos pensar, até aqui seriam 12, então durante a noite, na verdade é a Terra que se movimenta e o Sol fica lá no centro do sistema solar, e aqui seria o Japão agora, o Japão fica do lado oposto do Brasil, e quando gira de novo, de novo virou dia aqui de novo.</i> 245. Tat: <i>Então num dia a Terra gira 24h?</i> 246. P: <i>24h, o que são 24h? O tempo que a Terra leva para dar uma volta em torno do seu eixo, esse movimento se chama movimento de rotação. O outro movimento é o movimento de translação, que a Terra dá uma volta em torno do Sol, adivinhem em quanto tempo ela faz isto?</i> 247. Fab: Um ano. 248. P: <i>Ela faz isto em 365 dias.</i> 249. Fab: E 6h. 250. P: <i>E 6h, exatamente. A Terra dá uma volta em torno do Sol em 365 dias e 6h por isso de quatro em quatro anos precisa colocar um 29 em fevereiro, por que é assim,</i>	socrática de elucidação para responder à pergunta de Reg e, a seguir, uma argumentação socrática de fornecimento de pistas, buscou levar Reg à compreensão do fenômeno. 244. O professor assumiu uma argumentação socrática de elucidação. 245. Tat se colocou por meio de uma ação argumentativa questionadora. 246. O professor utilizou uma argumentação socrática de elucidação para responder à pergunta de Tat. A seguir, por meio de uma argumentação dialógica de instigação, levou os alunos a explicitarem as suas opiniões. 247,249. Fab elaborou (ação argumentativa elaborativa) a sua resposta de forma adequada do ponto de vista científico. 250. O professor, por meio de uma argumentação socrática de reespelhamento, autorizou a fala de Fab.
--	---

<i>em um ano ela dá uma volta em 365 e 6h, em dois anos ela vai dar os outros 365 mais 6h, já são 12 h sobrando, em três anos ficam 18h sobrando, em quatro anos ficam 24 h sobrando. Então surge esse outro dia que colocam em fevereiro, de quatro em quatro anos.</i> 251. Kat: <i>Fevereiro ganha um dia.</i> 252. Tat: <i>Eu vi na televisão também professor, porque pelos meses assim, setembro era para ser o mês sete, novembro o mês nove, e por causa desse tempo aí foi colocado.. fevereiro.. não sei qual dos dois meses ..</i> 253. P: <i>Foram colocados meses a mais aí não sei se são esses do meio.</i> 254. P: <i>Mas a outra pergunta que foi, por que o arco-íris aparece daquele jeito, então, por que o arco-íris tem aquelas cores? Eu vou fazer assim, quando é que aparece o arco íris?</i> 255. Alunos: <i>Quando chove e faz Sol.</i> 256. P: <i>Veja bem, a luz, que cor é a luz?</i> 257. Ric: <i>Bastante cores.</i> 258. P: <i>A luz ela é branca, se vocês fizerem um disco assim uma coisa redondinha e pintar com as cores do arco-íris e girarem bem rapidamente, vocês vão ver o branco, o branco é a mistura de todas as cores. Pois é, nós temos o ar. Quando chove, partículas de água ficam suspensas no ar e o arco-íris é o fenômeno que é o seguinte: a luz quando ela passa do ar para a água, as cores que a luz branca é formada, que são as cores do arco-íris, elas se separam e aparece o arco-íris. A luz sofre uma diminuição de velocidade e aí essas cores que formam as cores do arco-íris se separam. Se vocês pegarem jogarem a</i>	251. Kat demonstrou a compreensão do problema, por meio de uma ação argumentativa concordante. 252. Neste momento surgiu um novo problema, colocado pela aluna Tat (ação argumentativa de inserção), motivada pela elucidação do professor sobre o porque do dia 29 de fevereiro. 253,254. O professor demonstrou dificuldades em tratar do assunto levantado pela aluna, dirigindo assim a discussão para a outra questão que havia ficado pendente, por meio de uma argumentação dialógica de recondução, incentivando os alunos a explicitarem as suas opiniões (argumentação dialógica de instigação) com o intuito de promover o processo interativo. 256. O professor se colocou por meio de uma argumentação dialógica de instigação. 257. Ric elaborou a sua resposta por meio de uma ação argumentativa elaborativa. 258. Neste trecho, o professor assumiu uma argumentação retórica de exposição para elucidar o assunto.
--	--

<i>borracha de água assim para cima, não façam muito isso para não gastar muita água, mas façam a experiência de ficar com a borracha assim, vocês vão ver o arco-íris também.</i> 259. Kat: <i>Vamos ver não é?</i> 260. P: <i>Quando eu tomo banho meio de tardezinha, que entra a luz pela janela, às vezes aparece o arco-íris projetado na porta, eu já vi, isso é porque quando a luz passa do ar para a água ela tem uma diminuição no valor da velocidade, diminuindo o valor da velocidade, as cores que formam a luz branca que são acho que a primeira é o vermelho, depois o laranja, depois o amarelo, depois vem o verde, depois vem o azul (...)</i> 261. Hel: <i>Violeta.</i> 262. P: <i>O roxo e o violeta é o último, elas se separam nessas faixas aí, é porque a luz branca é formada por essas cores, bom vamos continuar a leitura.</i> 263. Cle: <i>Professor, já pensou se a Terra parasse de rodar?</i> 264. P: <i>O que aconteceria se a Terra parasse de rodar?</i> 265. Cle: <i>Ficaria um lado escuro e outro claro.</i> 266. Lú: <i>Nós não veríamos Sol.</i> 267. P: <i>Mas imediatamente o que aconteceria se a Terra parasse de girar agora?</i> 268. Wag: <i>Fica noite, não de dia.</i> 269. P: <i>Eu vou falar o que aconteceria imediatamente. Imagine que você está andando no seu carro a 150 km/h. Pise no freio de uma vez...</i>	260,262. O professor utilizou um exemplo para continuar a sua explicação (argumentação retórica de exposição). 261. Hel demonstrou conhecer a seqüência de cores do arco-íris a partir de sua ação argumentativa elaborativa. 263. Cle colocou um novo e inusitado problema (ação argumentativa de inserção). 264,267. O professor colocou a pergunta para a sala, por meio de uma argumentação dialógica de instigação. 265,266,268. Cle, Lú e Wag se colocaram por meio de ações argumentativas elaborativas. 269,274. O professor assumiu uma argumentação socrática de fornecimento de pistas a fim de levar os alunos a perceberem o que aconteceria caso a Terra parasse de
--	---

270. Hel: <i>É o efeito inércia, não é?</i> 271. Fab: <i>Taca a cara no vidro.</i> 272. Lú: <i>Se tiver air bag não seu tonto.</i> 273. Hel: <i>Mas é por causa da Inércia que precisa do air bag.</i> 274. P: <i>Pise no freio de uma vez, se a Terra deixa de girar...</i> 275. Fab: <i>Todo mundo cai!</i> 276. P: <i>Nós iríamos ser lançados fora dela.</i> 277. Aqui vários alunos falam ao mesmo tempo 278. Luc1: <i>Professor, afinal, iria acontecer o que?</i> 279. P: <i>Então, nós estamos girando, não estamos? Junto com a Terra, a Terra pára de repente de girar...</i> 280. Luc1: <i>Dá um baque não dá?</i> 281. P: <i>Vejam bem o que aconteceria imediatamente conosco? Você está dentro de um carro a 100 km/h, pisa de repente no freio...</i> 282. Luc1: <i>Bate.</i> 283. P: <i>Você vai para frente. Se a Terra parasse, como nós estamos nela nós teríamos a tendência de continuar em movimento.</i> 284. Luc1: <i>Então a gente iria continuar</i>	girar. 270,273. A explicação elaborada (ação argumentativa elaborativa) por Hel foi cientificamente adequada. 271. A resposta de Fab pode denotar que o mesmo concordou com o argumento de Hel (ação argumentativa concordante). 275. Fab demonstrou ter compreendido o que aconteceria por meio de uma ação argumentativa elaborativa. 276. O professor usou uma argumentação dialógica de elucidação. 277. A fala simultânea de vários alunos pode denotar que o assunto gerou interesse e polêmica. 278. Luc1 teve uma ação argumentativa questionadora. 279,281. O professor utilizou uma argumentação socrática de fornecimento de pistas, a fim de conduzir Luc1 à compreensão do que ocorreria, por meio de questões. 283. Por meio de uma argumentação socrática de elucidação, o professor clareou as idéias já colocadas, mas não compreendidas por Luc1. 284,285. Luc1 e Pri parecem ter continuado a
---	--

<i>andando?</i> 285. Pri: <i>Para a frente?</i> 286. P: <i>Olha, a Terra é redonda, imagine uma coisa assim...</i> 287. Luc1: <i>Tipo quando você desliga o ventilador e ele continua girando?</i> 288. P: <i>Imagine que você está girando um barbante assim e você solta. É mais ou menos isso, a Terra é redonda ela está girando, se ela pára a rotação, uma consequência seria que como nós estamos girando juntos com ela e ela parou de repente, nós seríamos jogados para lá (mostra com a mão a saída pela tangente).</i> 289. Pri: <i>É como se jogasse para fora da Terra.</i> 290. P: <i>Isso, pela tangente. Nós sairíamos pela tangente, mas devido à atração gravitacional, nós não permaneceríamos em linha reta e seríamos atraídos novamente pra Terra.</i> 291. P: <i>Ó esse efeito é muito interessante gente, vamos continuar a leitura do texto?</i>	questionar o fenômeno (ação argumentativa questionadora). 287. Por meio de um outro exemplo, Luc1 elaborou uma analogia (ação argumentativa de inserção) para tentar compreender o fenômeno em questão. 288. Por meio de uma argumentação socrática de fornecimento de pistas o professor tentou levar a aluna à compreensão do fenômeno. 290. O professor finalizou a discussão com uma argumentação dialógica de organização.
--	---

No início deste episódio, a atitude de Oli (momento 185) demonstrou a motivação e o interesse do aluno gerado pela atividade, já que o mesmo procurou um livro sobre o tema discutido (o movimento da Terra), levando-o para o professor em outro momento, que não o da aula. Isso pode ser uma evidência de aprendizagem significativa crítica, uma vez que a interação social estabelecida na sala de aula, bem como o uso do texto paradidático, pode ter levado o aluno à superação da visão do livro texto como “transmissor de verdades”. Isso pode indicar que a diversidade de materiais instrucionais pode facilitar a aprendizagem significativa crítica, uma vez que o texto em questão motivou e aguçou a curiosidade do aluno em conhecer mais sobre o assunto, demonstrando ainda ansiedade em compartilhar a sua descoberta (o livro) com o professor.

A seguir, o professor fez uma retrospectiva dos episódios anteriores referentes ao presente capítulo, a fim de envolver os alunos com os assuntos abordados. Na sequência, direcionou a atividade por meio de uma questão (momento 187) colocada ao aluno Hel, a fim de verificar quais seriam as suas idéias acerca do movimento da Terra, pois que o mesmo não havia participado da aula anterior. Com isso, o professor se posicionou assumindo uma abordagem comunicativa interativa/de autoridade, a fim de direcionar o assunto acerca do movimento da Terra, por meio de um padrão discursivo polêmico, decorrente de uma polissemia controlada. Mediante a pergunta do professor, Hel usou um argumento (momentos 188 e 190) adequado do ponto de vista científico para elaborar a sua resposta, demonstrando possuir em sua estrutura cognitiva o conhecimento do movimento de translação e rotação da Terra.

Em seguida, o professor colocou um problema (momentos 191 e 193) para os alunos que já havia abordado na aula anterior, a fim de verificar se os mesmos compreenderam os argumentos que o mesmo utilizou para explicar o movimento de rotação da Terra. Tat, embora tenha participado da referida aula, demonstrou não ter compreendido os referidos argumentos. Entretanto, o aluno Hel, forneceu a resposta cientificamente adequada (momento 194), mesmo não tendo estado presente na aula anterior. O argumento usado por Hel, no momento 194, sugere que o mesmo relacionou os seus conhecimentos com as novas informações, atribuindo novos significados, de modo a demonstrar a compreensão de que todos estamos em movimento juntamente com a Terra, uma vez que admitiu que, em virtude de o pássaro ter a mesma velocidade da Terra, o mesmo conseguiria pegar o pão. Ao estabelecer essas relações, a partir das colocações do professor, considera-se que o aluno demonstrou uma aprendizagem significativa crítica acerca do conceito em questão.

Com relação à abordagem comunicativa, considera-se que foi interativa/de autoridade, no trecho do momento 184 a 194, uma vez que o professor conduziu o raciocínio dos alunos, por meio de uma sequência de perguntas e respostas, a fim de levá-los à compreensão do movimento da Terra. Com isso, nesse trecho o professor assumiu um discurso polêmico.

A seguir, no momento 195, o professor validou a resposta de Hel e, assumiu um discurso autoritário, contextualizando o referido conceito por meio de alguns exemplos.

Os argumentos do professor levaram o aluno Rob (momento 196) a inserir um exemplo à discussão, em que demonstrou ter relacionado as novas informações com os seus conhecimentos prévios. O argumento desse aluno sugere que o mesmo, a partir dessa relação,

inseriu o conceito de aceleração no contexto, embora não tenha se utilizado dessa terminologia. Com isso, o aluno parece ter compreendido que se a velocidade do carro for constante, a abelha também terá a mesma velocidade constante, somente batendo contra o vidro se o motorista desacelerar o carro, demonstrando assim uma aprendizagem significativa crítica. Mediante a colocação do aluno, o professor procurou dar contornos mais precisos aos argumentos de Rob, por meio de uma abordagem comunicativa não-interativa/de autoridade, pois elaborou as explicações acerca da colocação de Rob de forma diretiva (momento 197).

A seguir, o professor, por meio de um discurso de autoridade abordou o modelo de Tycho Brahe. Com relação à referida contextualização do professor acerca do modelo de Tycho Brahe, a aluna Tat (momentos 198, 200 e 202) parece não ter compreendido que o professor estava elucidando um modelo que atualmente é inadequado do ponto de vista científico. Pelos seus comentários, a mesma parece não ter discernido entre os modelos superados e os modelos atualmente aceitos, ou seja, aparentemente a aluna parece ter compreendido a explicação do professor como a cientificamente aceita hoje. O argumento usado pela aluna no momento 202 parece tornar mais evidente a interpretação confusa da mesma. Isso aponta para a necessidade de o professor esclarecer e discernir, em suas explicações, entre os modelos científicos já superados e os aceitos atualmente como “corretos”. O professor parece não ter percebido a referida interpretação da aluna e assumiu uma abordagem comunicativa não-interativa/de autoridade, a fim de responder às perguntas de Tat, sem destacar que o modelo a que ele se referia anteriormente não é mais válido atualmente do ponto de vista científico (momentos 199 e 201).

No momento 203, o professor, a partir da pergunta de Tat, colocou para a sala a questão sobre as fases da Lua. Com isso, Ric e Wag (Momentos 204 e 206) demonstraram relacionar os novos conhecimentos com as suas idéias prévias, o que pode ser um indício de aprendizagem significativa.

Na seqüência do fluxo de comunicação, o professor se fundamentou no modelo científico atual relativo ao sistema solar para elucidar sobre as fases da Lua. Isso pode ter confundido alguns alunos, uma vez que o professor estava falando do modelo de Tycho Brahe e, de repente, passou a abordar o problema das fases da Lua fundamentado no modelo científico aceito atualmente, sem discernir os respectivos modelos.

No decorrer do fluxo de comunicação, Tat (momento 208) elaborou uma questão relevante, demonstrando que desconhecia o fato de que a Lua é vista em virtude de ser iluminada pelo Sol. A pergunta elaborada por Tat sugere que a interação social estabelecida no contexto da sala de aula, por meio da negociação de significados, levou a aluna à reflexão

acerca do fenômeno em questão, o que pode evidenciar que a mesma incorporou o novo conhecimento de forma não arbitrária e substantiva, o que é um indício de aprendizagem significativa crítica. Mediante a pergunta da aluna, o professor assumiu um padrão discursivo interativo/dialógico, a fim de explorar as idéias dos alunos sobre o assunto.

Na seqüência, Tat elaborou outra questão relevante para o contexto em questão, sobre o arco-íris (momento 229). O professor colocou a questão para a sala. Entretanto, logo a seguir, Reg demonstrando que ainda estava refletindo sobre as fases da Lua, relacionou esse fenômeno com a questão do dia e da noite, formulando uma pergunta (momento 232) relevante ao explicitar a sua dúvida a respeito da posição do Sol à noite. Esse problema já havia sido trabalhado no episódio 1 do presente capítulo, mas a aluna não estava presente na sala de aula. O fato de aluna ter relacionado o problema das fases da Lua com a posição do Sol à noite, demonstra que, da negociação de significados, relativa ao primeiro problema (fases da Lua), emergiu a dúvida da aluna relativa ao último problema (posição do Sol à noite). A relação estabelecida pela aluna, colocando uma pergunta relevante em questão, pode ser um indício de aprendizagem significativa crítica.

Mediante a pergunta de Reg, o professor instigou os alunos a se colocarem, assumindo um discurso polêmico. Wag e Fab (momentos 234, 239, 240) elaboraram respostas adequadas do ponto de vista científico, atribuindo os seus significados mediante a interação entre os seus conhecimentos prévios e as novas informações, o que sugere uma aprendizagem significativa por parte dos mesmos. Contudo, o professor abordou sobre o assunto, desconsiderando as respostas dos referidos alunos. Essa atitude do professor pode ter levado os mesmos a acreditarem que as suas colocações não eram adequadas (do ponto de vista científico). Ao final de sua abordagem, o professor, a partir de um exemplo em que utilizou alguns alunos para atuarem com Sol, Lua e Terra, tentou levar a aluna Reg à compreensão do conceito de dia e noite. A resposta da aluna, no momento 242, parece denotar que a mesma compreendeu o referido fenômeno, o que pode ser um indício de aprendizagem significativa.

Na seqüência do fluxo de comunicação, Fab (momento 243) demonstrou a sua compreensão acerca do fenômeno, relacionando as novas informações com o seu conhecimento prévio, o que pode indicar uma aprendizagem significativa por parte do estudante. É importante destacar que, para explicar a ocorrência do referido fenômeno (dia e noite), o professor admitiu o modelo heliocêntrico como “verdadeiro”, como é possível observar por meio de suas próprias palavras no momento 244.

Percebe-se assim, que o professor entrou em contradição pela segunda vez, pois, para poder trabalhar com uma explicação plausível, teve que admitir como “verdade”, o

modelo heliocêntrico. É interessante observar que o mesmo destacou para os alunos em diversos momentos que não existem verdades, entretanto, ele mesmo acabou admitindo um modelo como “verdadeiro”, a fim de colocar as suas explicações.

No momento 245, Tat formulou uma pergunta relevante para o contexto em questão, demonstrando que relacionou as novas informações com os seus conhecimentos prévios, e que dessa relação emergiu a sua dúvida, o que pode sugerir uma aprendizagem significativa crítica por parte da aluna. É importante destacar que, talvez, em uma aula tradicional essa dúvida não apareceria, havendo a possibilidade de a maioria dos professores acreditarem que qualquer aluno possui em sua estrutura cognitiva o conhecimento de que o tempo de rotação da Terra é de 24 h.

Após os esclarecimentos sobre o assunto, por meio de uma polissemia aberta, o professor retomou o problema do arco-íris destacado anteriormente por Tat, instigando os alunos a colocarem as suas opiniões. Após as respostas de alguns alunos, o professor sentiu necessidade de assumir um discurso de autoridade a fim de explicar o referido fenômeno.

Após essas explicações, Cle colocou um problema inusitado (momento 263) em questão (“o que aconteceria se a Terra parasse de girar”). Esse problema, destacado pelo aluno, demonstra que do fluxo de comunicação estabelecido em sala de aula emergiu uma dúvida altamente relevante relacionada ao conteúdo trabalhado no texto *Nosso Universo*. Isso pode indicar que o aluno relacionou os seus conhecimentos prévios com as novas informações, de forma não-arbitrária e substantiva, o que sugere uma aprendizagem significativa crítica por parte do mesmo. O professor colocou o problema para a sala, o que levou os alunos Cle, Lúci e Wag a colocarem as suas hipóteses. Entretanto, as hipóteses colocadas pelos mesmos deram-se em virtude de os alunos refletirem sobre a questão de forma imediata, pois, para os mesmos, naquele instante, era noite.

Com isso, o professor refez a pergunta fornecendo pistas aos alunos acerca do raciocínio que deveria ser utilizado para se chegar à resposta, assumindo assim um discurso polêmico. Essa negociação de significados levou o aluno Hel a fornecer a resposta adequada do ponto de vista científico ao elaborar o seu argumento fundamentado no conceito de inércia (momento 270). Isso denota uma aprendizagem significativa crítica por parte do aluno, uma vez que para elaborar a referida resposta, o mesmo relacionou o problema colocado, de maneira não arbitrária e substantiva, com o seu conhecimento prévio.

O problema colocado por Cle (momento 263), sobre o que aconteceria se a Terra parasse de girar, surgiu no contexto do arco-íris, mas estava relacionado à questão já trabalhada, do movimento da Terra. Isso denota a não linearidade da atividade, bem como que

o silêncio de determinados alunos na discussão de um determinado problema pode indicar a reflexão por parte dos mesmos acerca de outro problema, como aconteceu com o aluno Cle. No momento em que Hel colocou a sua resposta (270) utilizando-se do conceito da inércia, o professor poderia ter dado ênfase à resposta do aluno, explorando a primeira Lei de Newton em suas colocações. Entretanto, ao desconsiderar a referida resposta, pode ter deixado a impressão, entre os alunos, de que a mesma era irrelevante para a explicação do fenômeno. Fab e Lúci demonstraram a compreensão do fenômeno a partir dos argumentos de Hel. Em sua resposta, Hel demonstrou que da relação entre os conhecimentos presentes em sua estrutura cognitiva e o problema colocado por Cle, novos significados constituíram-se para o estudante.

O argumento utilizado pelo professor no momento 276, a fim de responder à pergunta de Cle, pode ter levado os alunos a interpretarem que nós seríamos lançados para cima, quando, de fato, seríamos lançados pela tangente, devido à inércia.

A seguir, Luc1 (momento 278) demonstrou não ter compreendido o que aconteceria, levando o professor a fornecer indícios para levar a aluna à compreensão, por meio de uma analogia, assumindo assim um discurso polêmico. Os argumentos do professor levaram as alunas Luc1 e Pri à compreensão do que ocorreria, o que pode indicar uma aprendizagem significativa por parte das mesmas.

Um importante aspecto observado é que, na sequência dos trechos 202 a 291, o professor assumiu uma abordagem comunicativa interativa/dialógica, mediante uma padrão de interação lúdico, decorrente de uma polissemia aberta, uma vez que todas as questões do referido trecho foram direcionadas pelos alunos, de modo que, no decorrer do fluxo de comunicação, professor e alunos exploraram idéias, formularam perguntas e trabalharam diferentes pontos de vista acerca dos problemas colocados em questão (fases da Lua, arco-íris e posição do Sol à noite).

Com relação à explicação do professor acerca do arco-íris, considera-se que a mesma foi bastante superficial, pois o mesmo poderia ter explorado mais o assunto introduzindo e discutindo conceitos de óptica, tais como, os fenômenos de refração, reflexão e dispersão da luz, velocidade da luz, índice de refração absoluto de um meio, etc. Entretanto, mediante situações como essa, podem ser levantados os seguintes questionamentos: Como o professor deve proceder? Deve apresentar respostas superficiais a fim de dar prosseguimento ao texto ou deve explorar os temas que surgem e então, dar prosseguimento ao texto?

Considera-se que essas questões não têm respostas determinadas, pois as mesmas dependem de fatores tais como: o público alvo, os objetivos do professor. Observa-se por meio do trecho analisado e dos referidos questionamentos, que o professor necessita, em

vários momentos da atividade, fazer escolhas que definirão o andamento da atividade e o aprofundamento dos temas discutidos.

Um comentário importante a ser destacado refere-se ao aluno Lúci, que era considerado pelos outros professores como um “péssimo” aluno, assumindo uma postura desinteressada, não participando de nenhum trabalho realizado em sala de aula e ainda muito falante. O professor que realizou a presente pesquisa declarou, em entrevista, que ouviu esses comentários dos outros professores na sala dos mesmos, em conversas informais. Essa ocorrência denota que o mesmo aluno considerado ruim em aulas tradicionais, foi considerado ótimo neste tipo de atividade realizada na presente pesquisa, uma vez que o referido aluno mostrou-se interessado, participativo, curioso e só conversava para dar as suas opiniões sobre os assuntos abordados.

Esse resultado bastante positivo pode indicar que a utilização do presente texto, aliada a uma abordagem dialógica, pode favorecer a motivação dos alunos em aprenderem.

Episódio 8:

Johannes Kepler (1571-1630), nasceu em Weil der Stadt Alemanha, foi professor de Astronomia e Matemática da província da de Gratz. Em função de seu livro *Mysterium Cosmographicum* e da fama conseguida, foi convidado por Tycho Brahe para trabalhar em Uraniburgo, trabalharam juntos por apenas 1 ano, Kepler recebeu de herança os dados e tabelas compiladas em décadas de trabalho por esse exímio e obsessivo astrônomo.

Os dados colhidos por Tycho Brahe, cuidadosamente tabelados, constituíram a base do trabalho desenvolvido após sua morte, pelo astrônomo Johannes Kepler .

Entusiasmado pela simplicidade do sistema de Copérnico, Kepler acreditava que seria possível realizar algumas correções neste modelo, de modo a torná-lo mais ajustado aos movimentos dos corpos celestes realmente observados.

Kepler procurava associar figuras geométricas planas a um sistema planetário. Essa foi a sua primeira linha de investigação, como o uso de polígonos regulares não estava dando certo, então chegou a uma feliz intuição de utilizar sólidos perfeitos, os sólidos pitagóricos ou platônicos.

Uma outra inquietação fundamental estava presente no primeiro livro de astronomia, o *Mysterium Cosmographicum*, pois estava à procura de uma relação matemática entre a distância de um planeta ao Sol e a duração de seu período. Observou que os períodos aumentavam com a distância dos planetas ao Sol, quanto mais distantes do Sol mais lentos eram os planetas, chegando assim à concepção de uma alma que emanava do Sol e que conduzia, empurrava os planetas nas suas órbitas, era uma espécie de energia radiante que forçava os planetas no seu movimento ininterrupto. Como Kepler não se contentava com uma mera descrição dos movimentos dos corpos celestes em termos geométricos, que buscava uma causa física para esse movimento. Empenhando assim em encontrar uma unidade entre a geometria e as observações em busca de uma harmonia cósmica.

Com isso passou a estudar as órbitas dos planetas, dando atenção à órbita de Marte. Kepler afirmava:

“Marte sozinho possibilita-nos penetrar nos segredos da astronomia”.

Durante vários anos, Kepler tentou ajustar os dados de Tycho às órbitas circulares, manipulando todos os dados que tinha à sua disposição, chegando assim a seguinte conclusão:

- Que a Terra não se movia uniformemente ao longo da sua órbita, mas que sua velocidade dependia da distância do Sol, reforçando sua concepção de que o movimento dos planetas era comandado pelo Sol.
- Imaginando que o tempo necessário para percorrer um pequeno trecho da órbita também deveria ser proporcional àquela distância, assim dividiu toda a área da órbita em 360 partes e calculou as respectivas distâncias num determinado trecho da órbita daria o tempo necessário para percorrê-lo, chegando a segunda lei.

É importante salientar que, o que chamamos de 2ª lei, na verdade foi a que primeiro foi estabelecido por Kepler, através da observação posterior concluiu a 1ª lei.

“2ª Lei de Kepler”: A reta que une um planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais”.

Só que essa lei permitia determinar a variação da velocidade do planeta em diferentes pontos da sua órbita, porém não dizia nada a respeito do formato que a órbita deveria ter, tendo abandonado a idéia da órbita circular, começou a trabalhar com uma forma inusitada para quem era movido pela busca da harmonia matemática: a oval, após muitas tentativas de ensaio e erro, Kepler finalmente abandonou a oval e passou a trabalhar em elipses tendo o Sol localizado em um dos focos, chegando assim à 1ª lei, podemos enunciá-la:

“1ª Lei de Kepler”: As órbitas dos planetas em torno do Sol são elípticas. O Sol ocupa um dos focos destas elipses”.

E continuando os estudos das tabelas de Tycho Brahe, procurou estabelecer relações entre os períodos de revolução dos planetas e os raios de suas órbitas.

“3ª Lei de Kepler”: O quadrado do tempo que um planeta leva para dar uma volta completa em torno do Sol (período de revolução) é proporcional ao cubo da distância do planeta ao Sol (supondo órbita circular)”.

A terceira lei, ou lei dos períodos, foi apresentada no livro *Harmonia dos Mundos*.

O trabalho de Kepler foi coroado de êxito, tendo conseguido descobrir as três leis sobre o movimento dos planetas, que deram origem ao nascimento da mecânica celeste.

Discussões relativas ao Episódio 8 – Capítulo IV

292. P: <i>Este texto está trazendo esses vários personagens como foi acontecendo na história. Olha, deixem eu falar um pouco desse sistema do Kepler. O Kepler foi discípulo do Tycho Brahe. Só fazendo uma</i>	292. O professor, inicialmente, por meio de uma argumentação retórica de contextualização, retomou as teorias comentadas anteriormente. A seguir, por meio de uma argumentação retórica de
--	--

retrospectiva, para o Aristóteles a Terra é o centro do universo e todos os planetas e o Sol e a Lua giram em torno da Terra. Para Copérnico o Sol é o centro do universo, e tudo girava em torno do Sol de acordo com uma trajetória circular. Depois veio Tycho Brahe dizendo assim: não, a Terra é o centro do universo, a Lua gira em torno da Terra, o Sol gira em torno da Terra só que os planetas giram em torno do Sol, ele modificou um pouquinho. Uma das vantagens que o Tycho Brahe proporcionou para a ciência, é que ele foi um grande observador, e fez anotações a vida inteira, ele olhava para o céu e fazia anotações e o Kepler, se aproveitando dessas observações, chegou à conclusão de como seria o nosso sistema no melhor modelo até hoje que se conhece da seguinte maneira: ele disse assim: os planetas giram em torno do Sol, mas não de acordo com uma trajetória circular, redondinha, mais sim de acordo com uma trajetória elíptica. A elipse é um negócio meio assim ó (mostrou na lousa), ela não é redonda ela é uma (...) o nome disso é elipse. A elipse ela tem dois focos, se você quiser construir uma elipse tem um jeito interessante. Você pega dois pregos, você pode pregar dois pregos e pregar em qualquer lugar amarrar um barbante entre eles, um barbante meio grandão. Põe um prego aqui, põe outro prego aqui e coloca um barbante, um barbante meio grandão assim, e aí, pega uma caneta, apóia o barbante e gira-se o barbante em torno dos pregos, você vai desenhar uma elipse. Então de acordo com o Kepler os planetas giram em torno do Sol de acordo com uma trajetória elíptica. O Sol não fica no centro, ele fica num dos focos da elipse. Então veja bem ó: o planeta em determinados momentos do ano ele se encontra mais próximo do Sol e em outros momentos se encontra mais distante do Sol. Isso faz com que ele desenvolva uma velocidade maior aqui do que aqui. Outra conclusão que o Kepler chegou é assim: quanto mais distante o planeta está do Sol, mais lentamente ele gira. Ó Hel, você teve acesso a uma tabela, não sei se foi sobre isto que você pegou, por

exposição, apresentou as leis de Kepler.

<i>exemplo, nós temos o primeiro planeta mercúrio, ele está mais próximo do Sol, ele gira mais rápido, o tempo de uma volta dele em torno do Sol é mais rápido do que Vênus, que é o que vem depois. Vênus gira mais lentamente. Mercúrio, Vênus depois vem a Terra, nós demoramos 365 dias para dar uma volta em torno do Sol. Depois vem Marte, que gira mais lentamente e assim por diante. A seqüência é: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano Netuno Plutão. Então, na primeira lei de Kepler, os planetas giram em torno do Sol de acordo com uma trajetória elíptica e não circular, quanto mais próximo o planeta se encontra do Sol com mais velocidade ele gira, quando a Terra está nesta posição (mostra na lousa) ela está com uma velocidade maior do que quando ela está aqui. E a terceira lei que ele fala, o quadrado do período, vamos tentar traduzir essa lei. Essa lei é o seguinte, quanto maior é a distância de um planeta ao Sol, mais lentamente ele gira em torno do Sol. Com este modelo, ele conseguiu explicar as observações de Tycho Brahe. Enfim, de todos os outros.</i> 293. Wag: <i>Professor é por isto que tem as estações?</i> 294. P: <i>Quais estações?</i> 295. Wag: <i>As estações do ano, primavera, verão, porque quando a Terra está muito longe vira inverno e quando está muito próximo é o verão.</i> 296 P: <i>Mas veja bem, a princípio a gente poderia pensar que isso seria verdadeiro, quando a Terra está mais próxima do Sol faz mais calor do que quando está mais distante. O que você iria dizer?</i> 297. Cle: <i>Então se o caso for esse, se a Terra estiver mais perto do Sol então o certo seria o verão ser mais curto do que o inverno, porque você falou que quando fica mais perto do Sol ela gira mais rápido.</i>	293. Wag colocou a sua pergunta por meio de uma ação argumentativa questionadora. 295. Esta idéia de Wag (ação argumentativa elaborativa) é muito utilizada no senso comum. 296. O professor optou por deixar Cle se colocar, por meio de uma argumentação dialógica de instigação, para depois dar a sua resposta. 297. Cle apresentou uma ação argumentativa questionadora em relação ao argumento do aluno Wag.
--	--

298. P: <i>Por exemplo, esse é um problema, o outro problema é assim, quando é verão no hemisfério Sul, é inverno no hemisfério Norte.</i>	298. O professor utilizou uma argumentação socrática de reespelhamento autorizando o argumento de Cle e, a seguir, utilizou uma argumentação dialógica de contraposição ao argumento de Wag.
299. Wag: <i>Nos Estados Unidos é inverno e no Brasil é verão.</i>	299,301. Wag demonstrou ter compreendido as colocações de Cle e do professor, reelaborando (ação argumentativa reelaborativa) a sua concepção inicial.
300. P: <i>E todo mundo está na Terra.</i>	
301. Wag: <i>E está na mesma posição do sol, mesma distância do Sol.</i>	
302. P: <i>Exatamente, o inverno e o verão não estão relacionados com a variação de distância da Terra ao Sol. As explicações de inverno e de verão são outras, térmicas, meteorológicas.</i>	302. A resposta do professor (argumentação socrática de elucidação), relativa às causas do inverno e do verão, denota que o mesmo desconhecia a resposta e não assumiu que não sabia.

O professor deu início ao presente episódio por meio de uma abordagem comunicativa não interativa/de autoridade (momento 292), apresentando alguns conceitos sem levar em conta as idéias dos estudantes. Para tal, utilizou-se de um discurso de autoridade para determinar os objetivos e conteúdos a serem tratados. É possível observar que o professor abordou as leis de Kepler de modo superficial e incompleto. Cabe ressaltar, como foi dito anteriormente, que essa sua postura deve-se ao público alvo e aos seus objetivos. Em entrevista, o professor declarou que temia que uma demasiada ênfase às relações matemáticas contidas nas duas últimas leis de Kepler, gerasse desinteresse nos alunos, que por estarem cursando o ensino de jovens e adultos (supletivo), poderiam não ter o embasamento matemático necessário para a compreensão das referidas relações.

Embora a referida postura diretiva do professor, considera-se que o mesmo conseguiu promover o envolvimento dos alunos com o tema em questão, uma vez que, ao terminar a sua explicação, o aluno Wag (momento 293 e 295) elaborou uma pergunta relevante para o contexto em questão, em que relacionou as estações do ano e a órbita elíptica da Terra. A sua colocação indica o aluno enquanto “perceptor e representador” do fenômeno em questão, sugerindo que o seu raciocínio aponta para a crença de que no verão a Terra encontrara-se no periélio, enquanto no inverno, no afélio. Com isso, o aluno demonstrou que estabeleceu uma relação entre os seus conhecimentos prévios e o novo conhecimento de forma não-arbitrária e substantiva, o que pode ser uma evidência de aprendizagem

significativa crítica. É importante destacar que a referida relação estabelecida por Wag não é coerente com as explicações aceitas do ponto de vista científico.

Antes de comentar a questão colocada por Wag, o professor deu abertura para que o aluno Cle se colocasse, assumindo uma abordagem dialógica, por meio de um discurso lúdico, resultando assim em uma polissemia aberta. Em seu argumento (momento 297), Cle contra-argumentou a colocação de Wag, atribuindo novos significados ao fenômeno. O seu argumento sugere que houve uma aprendizagem significativa crítica por parte do aluno, demonstrando a compreensão das Leis de Kepler, elucidadas pelo professor, ao relacionar o novo conhecimento com as suas idéias prévias.

A seguir, o professor validou o argumento de Cle e acrescentou outro contra-argumento relativo à colocação de Wag (momento 298).

Os contra-argumentos utilizados por Cle e pelo professor levaram Wag à reelaboração de sua idéia inicial, relacionando as novas explicações com os seus conhecimentos anteriores mediante a negociação de significados estabelecida, demonstrando com isso uma aprendizagem significativa crítica. Os novos argumentos usados por Wag mostraram-se coerentes com as idéias científicas atuais.

Na seqüência dos momentos 293 a 302, foi possível observar que as colocações do professor, no momento 292, levaram o aluno Wag a direcionar a atividade perguntando acerca das estações do ano. Com isso, o professor, na referida seqüência, assumiu uma abordagem comunicativa interativa/dialógica, por meio de um discurso lúdico, uma vez que o professor e os alunos exploraram idéias, formularam argumentos e contra-argumentos, considerando diferentes pontos de vista

A postura do professor no momento 302, com o propósito de finalizar o assunto, apresentando uma resposta inadequada do ponto de vista científico para a questão do inverno e do verão, pode ter evidenciado o seu desconhecimento relativo ao assunto, bem como a sua dificuldade em assumir que não sabia a resposta adequada. Seria interessante que, ao ocorrerem momentos como esse, em que o professor desconhecesse o assunto ou não soubesse uma determinada resposta, que o mesmo assumisse a sua falta de conhecimento, o que poderia viabilizar a superação da concepção de que o professor tem a obrigação de saber todas as respostas, bem como a sugestão de que tanto o professor, quanto os alunos, pesquisassem acerca do referido assunto, como ocorreu em Assis e Teixeira (2004).

Episódio 10:

R. Quanto ao fato de ter escrito o Diálogo já publicado, não me determinei a fazê-lo por considerar verdadeira a opinião copernicana; mas visando somente contribuir para o bem comum, procurei explicar as razões naturais e astronômicas que podem ser apresentadas tanto por uma como também pela outra parte, esmerando-me em tornar manifesto como nem estas nem aquelas, nem por esta opinião nem por aquela, tais razões tivessem força para resolver a questão de forma demonstrativa, e que por isso para proceder com segurança fosse necessário recorrer à determinação de doutrinas mais sublimes, assim como aparece em muitos e muitos lugares do mesmo Diálogo. Concluo, portanto, dentro de mim mesmo, não sustentar nem ter sustentado depois da determinação dos superiores a opinião condenada.

E tendo-lhe dito que, em virtude do mesmo livro e das razões aduzidas para a parte afirmativa, ou seja, que a terra se move e o sol está imóvel, se presume, como foi dito, que ele sustenta a opinião de Copérnico ou pelo menos que a sustentou anteriormente etc., portanto, se não se resolver a dizer a verdade, serão aplicados contra ele os remédios oportunos de direito e de fato.

R. Eu não sustento nem sustentei essa opinião de Copérnico depois que me foi intimado por preceito que eu devia deixá-la; de resto, estou aqui em suas mãos, façam o que lhes aprouver.

Depois disso lhe reiteraram que dissesse a verdade, caso contrário se passaria à tortura.

R. Estou aqui para fazer a obediência; e não sustentei tal opinião após estabelecida aquela determinação, como disse.

E não havendo mais nada a elucidar quanto a execução do decreto, após obter a sua assinatura, foi reenviado ao seu aposento.

Eu Galileu Galilei tenho deposto como acima." (*)

(*) Sérgio M. Pagani e Antônio Luciani. Os Documentos do Processo de Galileu Galilei. Petrópolis, Editora Vozes, 1994, pág. 180-181-182

Discussões relativas ao Episódio 10 – Capítulo IV

312. P: <i>Vocês sabem quais eram os remédios oportunos?</i>	312. O professor iniciou este episódio com uma argumentação dialógica de instigação com o propósito de levar os alunos a explicitarem as suas opiniões.
313. Hel: <i>Metem fogo!</i>	313. Hel demonstrou ter interagido com o texto (ação argumentativa investigativa).
314. P: <i>Olha como era isto gente, serão aplicados os remédios oportunos, lenha e fogo. Percebem que o Galileu, a todo momento, está dizendo: olha eu sustentei as duas opiniões como possíveis, mas depois que eu fui intimado pela inquisição, eu abandonei o modelo copernicano, e eles voltavam: não, mas isso é verdade mesmo? Está direto acontecendo isso neste dialogo, os caras da inquisição dizem: mas é isso mesmo? Você não sustentou a opinião? Olha eu sustentei até quando fui intimado pela inquisição, depois eu abandonei. Existe uma</i>	314. O professor autorizou a resposta de Hel (argumentação socrática de reespelhamento), para então se colocar por meio de uma argumentação retórica de contextualização.

<i>lenda que diz assim: durante esse julgamento eles perguntaram: Galileu, o que você realmente acredita? Ele disse: eu acredito que isso é uma lenda, é até um mito. O que eu vou dizer agora, isso não se sustenta historicamente, mas eu vou dizer porque (...) Galileu, qual é a sua opinião verdadeira, a Terra se move ou não se move? Galileu: não, a Terra não se move, ela não se movimenta, dá as costas e diz: mas que ela gira ela gira.</i> Alunos riem 315. P: <i>Ele escreveu um livro onde ele arrebatava com as pessoas (...) Eu queria tocar num assunto neste sentido, vocês já ouviram a falar no fundamentalismo? Fundamentalismo é assim: eu estou certo e você está errado, e como eu estou certo e você está errado eu não gosto de você.</i> 316. Tat: <i>Mesmo se você está errado?</i> 317. P: <i>E você, por outro lado, fala assim: não, a minha opinião é a certa, e a sua está errada, e eu também não gosto de você, isso acontece muito no mundo.</i> 318. Fab: <i>Aí o pau quebra!</i> 319. P: <i>Por exemplo, o que acontece entre os Estados Unidos e o pessoal do Iraque.</i> 320. Hel: <i>Do oriente.</i> 321. P: <i>Isso são as posições fundamentalistas, uma coisa importante para vocês abandonarem é o fundamentalismo, em todos os sentidos, nós devemos estar sempre abertos ao diálogo, não existem verdades absolutas, não existem posições definitivas, a ciência está aí para mostrar isso, veja esse exemplo de Galileu, o fundamentalismo da igreja, se você não negar a sua opinião você morre, esse exemplo nos Estados Unidos que jogaram lá o avião nos prédios e</i>	315. O professor se colocou por meio de uma argumentação retórica de contextualização. 316. A ação argumentativa de Tat foi questionadora. 317. Por meio de uma argumentação dialógica de contraposição, o professor mostrou à Tat os dois lados dos acontecimentos estruturados no fundamentalismo. 318. Fab parece ter demonstrado uma ação argumentativa concordante com o argumento do professor. 319,321,323. O professor assumiu uma argumentação retórica de contextualização, mais argumentos a fim de mostrar o lado negativo do fundamentalismo, por meio de uma.
---	--

<i>derrubaram, todos sabem disso, é um exemplo grande sobre o fundamentalismo, mas o fundamentalismo existe na sociedade em posições (...) dentro da casa da gente, por exemplo: posições diferentes sobre religião, a minha religião é a certa, a sua é a errada, então eu nem te cumprimento, você vai para o inferno e eu vou para o céu, aí o outro fala: eu é que vou para o céu e você vai para o inferno, posições fundamentalistas, isso em proporções grandes, dá no que está dando.</i> 322. Fab: <i>Nas guerras!</i> 323. P: <i>Nas guerras.</i> 324. Fab: <i>Ignorância!</i> 325. P: <i>Vigiem-se para não terem posições fundamentalistas na vida. Fundamentalismo é assim: eu estou certo, eu não abro mão da minha verdade, a ciência está aí para mostrar que ela mesma não detém a verdade, ela muda, conhecimento científico não é conhecimento verdadeiro, é conhecimento provisório (...) é assim ó, é um conhecimento que é válido até hoje, se amanhã não aparecer uma outra pessoa dizendo que não é assim, nós estamos vendo direto isso aí neste texto, acreditava-se de um jeito durante 2000 anos, aí chega um cara e diz não é assim, é desse jeito, a verdade agora é esta, então a verdade é provisória, ninguém é dono da verdade.</i> 326. Tat: <i>Ninguém sabe a verdade de nada.</i> 327. P: <i>Não existe a verdade!</i> 328. Tat: <i>Você acredita que o homem foi na Lua professor?</i> 329. P: <i>Então, a questão de acreditar é, já vi filmes tudo, agora ele foi na Lua? Você acredita que o homem foi na Lua?</i> 330. Tat: <i>Eu acredito que não!</i>	322,324. Fab demonstrou novamente uma ação argumentativa concordante com o professor. 325. Por meio de uma argumentação retórica de exposição, o professor colocou alguns argumentos que podem subsidiar a formação de um cidadão crítico e reflexivo. 326. Tat pareceu concordar com os argumentos do professor (ação argumentativa concordante). 328. Foi levantado um novo problema pela aluna Tat, por meio de uma ação argumentativa de inserção. 329. O professor retornou a pergunta à aluna (argumentação dialógica de instigação). 330. Tat colocou a sua opinião por meio de
---	--

331. P: <i>Sinceramente falando, eu acho que ele foi. Eles foram à Lua, e agora eles querem ir à Marte que é um pouquinho mais longe, mandaram já sondas espaciais sem pessoas, mas eles querem.</i> 332. Tat: <i>Foi comprovado isso daí professor?</i> 333. P: <i>Boa pergunta, você sabe que eu também já não posso te dizer com certeza.</i> 334. Luc2: <i>Então eu não acredito mais, não foi não!</i> 335. P: <i>Uma coisa que é importante, duvidem sempre, duvidem disso. Mas é fato que o homem tem tecnologia para ir à Lua, nós temos os satélites.</i> 336. Wag: <i>Por que hoje com tanta tecnologia essas teorias nunca foram mudadas? Por que hoje eles podem ir ao espaço e essas teorias são fortes até hoje?</i> 337. P: <i>Essa teoria é forte, as teorias são fortes.</i> 338. Wag: <i>Mas eles não tinham nem a tecnologia que tem hoje e eles conseguiam fazer essas teorias.</i> 339. P: <i>Ah! Naquela época! É o desenvolvimento, graças ao desenvolvimento da teoria naquela época, chegamos ao mundo que temos hoje.</i> 340. Wag: <i>Mas hoje com toda a tecnologia eles não mudam essa teoria?</i> 341. P: <i>Porque a teoria é forte.</i> 342. Wag: <i>Parece que é a mais concreta.</i> 343. P: <i>É, ela é forte, a teoria boa é aquela</i>	uma ação argumentativa elaborativa. 331. O professor usou uma argumentação socrática de reespelhamento. 332. A aluna Tat, por meio de uma ação argumentativa questionadora, desestabilizou o professor. 333. O professor teve que admitir que não tem certeza de que o homem foi à Lua, pois não pode comprovar esse fato (argumentação socrática de reespelhamento). 334. Luc2 demonstrou uma ação argumentativa reelaborativa. 336,338,340. Wag se colocou por meio de uma ação argumentativa questionadora. 337,339,341,343. O professor assumiu uma argumentação socrática de elucidação. 342,344. Wab demonstrou uma ação argumentativa reelaborativa
--	--

<i>que resiste às críticas.</i> 344. Wag: <i>a ataques.</i> 345. P: <i>É, ela é boa, ela é bem elaborada, mas veja bem, a teoria de Aristóteles, da Terra no centro, sobreviveu durante 2000 anos. Gente vamos continuar a leitura.</i>	
--	--

O professor deu início ao presente episódio por meio uma abordagem comunicativa interativa/de autoridade, por meio de um discurso polêmico, resultando em uma polissemia controlada, uma vez que direcionou o assunto a ser discutido. Isso levou o aluno Hel (momento 313) a colocar a sua opinião, demonstrando ter interagido e compreendido as colocações do texto, o que sugere que o aluno relacionou as informações do texto com as suas a idéias prévias, de forma não arbitrária e substantiva. O professor validou o argumento de Hel e, a seguir, assumiu uma polissemia contida decorrente de um discurso autoritário, a fim de estabelecer a relação entre o fato histórico em questão e as posições fundamentalistas que ocorrem atualmente, o que motiva e já motivou várias guerras. Assim, fundamentado no exemplo histórico de Galileu apresentado no texto, o professor teceu duras críticas ao radicalismo inerente ao fundamentalismo (momentos 315 e 317).

As colocações do professor levaram a aluna Tat (momento 316) a um questionamento que parece denotar que a mesma sustenta uma postura fundamentalista. Com isso, o seu argumento pode evidenciar a não neutralidade de seu discurso, explicitando as manifestações ideológicas por ela sustentadas.

A seguir, o professor manteve o discurso autoritário, estendendo as suas críticas relativas ao fundamentalismo a fatos relacionados à vida cotidiana. Além disso, sugeriu aos alunos que os mesmos abandonem as práticas fundamentalistas (momento 319 e 321).

Assim, considera-se que do momento 314 até o momento 325, o professor assumiu uma abordagem comunicativa não-interativa/de autoridade, direcionando os assuntos e abordando pontos de vista específicos.

Os argumentos do professor levaram Fab a demonstrar o seu apoio aos mesmos, bem como parecem ter levado a aluna Tat à reflexão, o que pode ter promovido uma mudança de postura acerca de suas convicções, tornando-se assim mais crítica e reflexiva. Mediante o contexto em questão, Tat colocou uma pergunta ao professor (momento 328), que retornou a pergunta para a aluna. Mediante a resposta da mesma, colocando que não acredita que o homem foi à Lua, o professor tentou usar de sua autoridade, contra-argumentando a colocação

de Tat, ao afirmar: “Eles foram à Lua”. A postura do professor nesse momento mostrou-se incoerente com o seu posicionamento anterior, uma vez que afirmou várias vezes que não há verdades. No entanto, no momento 331 afirmou que o homem foi à Lua e quer ir à Marte.

Entretanto, mediante a questão colocada por Tat (momento 332), o professor demonstrou que não poderia afirmar com certeza a ocorrência do referido fato, pois percebeu que sua postura no momento 332 não foi coerente com o que vinha ressaltando até o referido momento.

Essa postura do professor parece ter sido determinante para que a aluna Luc2 (momento 334) reelaborasse as suas idéias, pois a afirmação da mesma: “Então eu não acredito mais” pode significar que a aluna acreditava no referido fato antes dos argumentos apresentados no presente fluxo de comunicação.

Mediante a colocação de Luc2, o professor reiterou o que vinha destacando acerca da necessidade de refletir sobre as informações recebidas na escola, mas também utilizou um argumento destacando a viabilidade da ida do homem à Lua.

O comentário do professor relativo ao avanço tecnológico levou Wag (momento 336, 338 e 340) a formular uma pergunta relevante, estabelecendo relações entre o avanço tecnológico e as teorias científicas. O mesmo demonstrou acreditar que, como decorrência do grande avanço tecnológico ocorrido no século XX, as teorias que fundamentaram esse avanço deveriam ter sofrido modificações. Isso pode ter ocorrido porque, neste capítulo 4, foram apresentadas muitas teorias já superadas em momentos históricos em que o avanço tecnológico era limitado. Com esse questionamento, Wag demonstrou uma aprendizagem significativa crítica.

Mediante o questionamento de Wag, o professor buscou elucidar as dúvidas do aluno, esclarecendo que não há necessidade de mudanças nas teorias científicas quando as mesmas são plausíveis. Com isso, mostrou ao aluno que as teorias científicas já existentes embasaram o avanço tecnológico a que o mesmo se referiu. Os argumentos do professor parecem ter levado Wag (momentos 342 e 344) à compreensão e reelaboração de seus argumentos iniciais.

O momento 334, em que Luc2 afirmou que deixou de acreditar que o homem foi à Lua, a partir das argumentações do professor, indica a necessidade de o professor colocar as idéias científicas aceitas atualmente de forma mais categórica, pois a sua postura, colocando, a todo o momento, que não existem verdades, pode levar os alunos a não perceberem que as idéias científicas, segundo Paty (2002) são mais coerentes do que as idéias do senso comum, o que lhes asseguram, mesmo que provisoriamente, uma visão inteligível do mundo.

Com relação à abordagem comunicativa utilizada pelo professor do momento 326 até o momento 345, considera-se que foi interativa/dialógica, mediante um discurso lúdico, uma vez que as colocações dos alunos passaram a ser exploradas e valorizadas, estabelecendo-se, assim, diferentes pontos de vista.

5.1.3. Análise de um episódio referente ao Capítulo V

Para a análise deste capítulo, selecionamos o episódio 1, em que foram tratados aspectos tecnológicos, sociais, políticos e ambientais, que puderam ser articulados de modo a propiciar uma abordagem científica dos conteúdos, bem como viabilizar a formação de um aluno crítico e reflexivo.

Episódio 1:

O GRANDE “REI SOL”

A pesquisa de Ícaro para a confecção do trabalho foi obtida em várias entrevistas com professores de Física, doutores em astronomia e muita leitura sobre a história da Física. Isso aguçou, ainda mais, a sua curiosidade sobre a formação do sistema solar, que o fez procurar, incessantemente, o apoio de Dédalo.

Numa noite, em que passeava tranqüilamente pela Internet, na mesma sala de bate-papo de sempre, surpreende-se com a entrada de alguém esperado, era o seu amigo Dédalo.

Dédalo: Olá Ícaro, como tem passado?

Ícaro: Pô cara, até que enfim! Por onde andou? Na hora que mais precisava, vc sumiu?

Dédalo: Tive que viajar por uns dias, para resolver uns problemas particulares, mas pq precisou de mim? Pq não procurou seu professor?

Ícaro: Queria que vc me ajudasse num trabalho de Português (aquele de que lhe falei da outra que nos encontramos); na hora que mais precisei não encontrei ninguém, vc sumiu e meu professor foi participar de um congresso não sei lá onde.

Dédalo: E aí? O trabalho ficou bom? Vc conseguiu terminar?

Ícaro: Ficou muito legal cara. Pesquisei muito, li muito e agora estou mais curioso que nunca. Lembra que vc estava me contando sobre a formação do sistema solar? Lembra da foto que você me mandou?

Gostaria que continuasse.

Dédalo: Muito bom. Eu terminei lhe contando que a nuvem de gás foi se contraindo e girando cada vez mais rápido o que gerou um núcleo e várias pequenas concentrações que deram origem aos planetas e satélites. O que mais vc gostaria de saber?

Ícaro: Que tal falar sobre o Sol. Como se formou? Por que ele é tão quente?

Dédalo: Lembra do núcleo daquela nuvem de gás e poeira de que lhe falei? Muito bem, aquela nuvem de gás e poeira era formada, em grande parte, de hidrogênio e hélio e com o processo de atração devido à força gravitacional o núcleo foi ficando cada vez mais compacto ocasionando um constante aumento de sua temperatura até poder dar início ao processo de reações nucleares onde átomos leves se unem para formar outros mais pesados liberando grande quantidade de energia, sendo parte percebida por nós como luz e calor.

Ícaro: Como pode a união de átomos gerar tanto calor assim? Você disse que o sistema solar se formou há mais ou menos 5 bilhões de anos e que desde essa época o Sol está nos mandando calor e luz, certo? É muito tempo cara, até quando isso vai durar?

Dédalo: Como te disse anteriormente, o Sol é resultante da concentração do núcleo daquela massa de gás e poeira que era formada principalmente de hidrogênio e hélio. Quando a temperatura chegou a níveis suficientemente altos para desencadear as reações nucleares⁽¹⁾, da ordem de 10 milhões de graus Celsius, a alta temperatura equilibrou o efeito compressivo da gravitação.

O Sol se encontra numa fase em que não ocorre mais contração gravitacional. A reação nuclear principal é a transformação de hidrogênio em hélio, como já comentei, e esta transformação se dá

com grande liberação de energia, de modo que, quando todo o hidrogênio for consumido no interior da estrela a sua região central começará a contrair-se novamente e a exterior crescerá de modo exagerado. Nessa etapa sua superfície tornar-se-á vermelha e mais fria e a estrela será chamada "gigante vermelha". Enquanto o Sol possui atualmente uma temperatura superficial de 6000°C, a superfície do Sol quando estiver expandido não terá mais que 2500°C o que lhe dará a coloração avermelhada.

Prevê-se que daqui a 7 ou 8 bilhões de anos o Sol atingirá esse estágio, nesse momento sua luminosidade ficará aumentada em mil vezes em relação à de hoje e o seu tamanho em aproximadamente 70 vezes o atual. Se ainda houver vida na Terra, nesse momento ela será destruída.

(1) Ver Apêndice cap.V

Discussões relativas ao Episódio 1 – Capítulo V

1. P: <i>E aí, alguém gostaria de fazer alguma comentário?</i>	1. O professor deu início à atividade, por meio de uma argumentação dialógica de instigação.
2. Silêncio	
3. P: <i>Só para tentar uma síntese do que foi lido aí, no começo desse texto ele está dialogando com um amigo da internet, o Ícaro tem um amigo na internet chamado Dédalo. No começo do texto ele está dialogando com ele e contando sobre o trabalho que ele tinha feito, que foi o trabalho que a gente leu na semana passada que foi o texto 4 sobre toda história dos modelos para o universo, para o sistema solar e eles entram em uma discussão sobre física e chegam neste ponto aí que vocês acabaram de ver. aí eu quero lançar uma pergunta: vai acabar a vida na Terra?</i>	3. O professor assumiu uma argumentação retórica de contextualização e, a seguir, uma argumentação dialógica de instigação.
4. Alunos: <i>Vai, vai, acho que vai...</i>	
5. Tat: <i>Se Deus permitir vai acabar tudo!</i>	5. Tat explicitou uma ação argumentativa elaborativa.
6. Wag: <i>Não vai ficar nada aqui, nem eu nem você.</i>	6,7. Wag e Mur também explicitaram uma ação argumentativa elaborativa.
7. Mur: <i>O ser humano vai se adaptar.</i>	
8. Lú: <i>Vai o que?</i>	
9. Mur: <i>Se adaptar.</i>	
10. Lú: <i>Se adaptar a que?</i>	10,12. Lú se colocou por meio de uma ação argumentativa questionadora.

11. Mur: <i>Ao calor do Sol.</i> 12. Lú: <i>Que dia?</i> 13. Fab: <i>Daqui 8 bilhões de anos.</i> 14. P: <i>8 bilhões de anos.</i> 15. Lú: <i>Ah professor, eu acho que isso está exagerado hem!</i> 16. P: <i>de 5 a 8 bilhões de anos.</i> 17. Tat: <i>Pode até ser, mas pelo amor de Deus sei lá, até lá Jesus tem que voltar!</i> 18. P: <i>Imaginem, mas só pra a gente ter uma noção de tempo, 1 bilhão de anos não é!</i> 19. Mur: <i>Imaginem agora como nós estamos vivendo, naquele tempo então...</i> 20. P: <i>Como é que é?</i> 21. Mur: <i>Naquele tempo vai estar mais de 30° imagine daqui lá! Se a camada de ozônio está acabando tudo, você não concorda? Agora como está esse Sol quente, você não consegue sair no Sol!</i> 22. P: <i>Temperatura média em torno de 20 graus!</i> 23. Mur: <i>A média, mas a máxima está dando quanto quase 38° 36°?</i> 24. P: <i>A máxima dá, depende do lugar, tem lugar que dá muitos graus.</i> 25. Mur: <i>Imagine do jeito que a camada de ozônio está acabando, imagine como não vai estar daqui 10 anos só!</i> 26. Tat: <i>Dizem que o Sol está abaixando, não é professor?</i> 27. P: <i>O Sol está abaixando?</i>	11,13. Mur e Fab demonstraram ter interagido com o texto (ação argumentativa de investigação). 15. Lú se colocou por meio de uma ação argumentativa questionadora. 20. O professor, por meio de uma fala avaliativa, buscou a lógica do argumento de Mur. 21,23,25. Mur se colocou por meio de uma ação argumentativa elaborativa. 22,24. O professor assumiu uma argumentação socrática de reespelhamento autorizando o argumento de Mur no que se refere ao valor da temperatura média na superfície da Terra. 26,28,30,33. Tat se colocou por meio de uma ação argumentativa elaborativa. 27. Esta pergunta do professor pode denotar uma fala avaliativa, tentando buscar a lógica
--	---

28. Tat: <i>Dizem, não está?</i> 29. Mur: <i>Nada, é a camada de ozônio que está sumindo e a gente está esquentando mais.</i> 30. Tat: <i>Ou a gente que está subindo?</i> 31. Alunos: <i>Subindo prá onde?</i> 32. Mur: <i>Superfície da Terra está chegando perto do Sol!</i> 33. Tat: <i>São duas possibilidades, ou o Sol está abaixando ou nós estamos subindo!</i> 34. P: <i>Por causa do aumento da temperatura?</i> 35. Tat: <i>É.</i> 36. Mur: <i>A possibilidade certa é que a camada de ozônio está se (...)</i> 37. Lú: <i>Está indo para as trevas. Eu acho que é a gente que se desprotege do Sol (...)</i> 38. Mur: <i>Por irresponsabilidade do homem.</i> 39. Lú: <i>Tem uma camada que protege dos raios do Sol, não é?</i> 40. P: <i>Tem, a camada de ozônio (...) ó pessoal, sobre esse assunto da camada de ozônio nós vimos, a camada de ozônio é uma camada de uma substância química, o O₃, que fica a mais ou menos de 20 a 30 km da superfície da Terra, e que protege a Terra dos raios ultravioletas, bom, ela está se destruindo por causa desse gás o CFC, é cloro, flúor e carbono, que reage com o ozônio destruindo o ozônio e abrindo essa camada. Agora, o aumento da temperatura na Terra, uma das teorias é por causa do efeito estufa, já ouviram falar?</i>	do argumento de Tat. 29. Mur, por meio de uma ação argumentativa questionadora, discordou de Tat, apresentando a mesma argumentação equivocada colocada anteriormente. 33. Tat foi categórica em afirmar que só existem essas duas possibilidades, discordando de Mur (ação argumentativa questionadora). 34. Novamente a pergunta do professor pode estar refletindo uma fala avaliativa, a fim de buscar a lógica do argumento da aluna Tat. 36. Mur discordou novamente do argumento de Tat (ação argumentativa questionadora). 37. Lú usou um argumento simbólico (trevas) para indicar que as pessoas não se protegem do Sol (ação argumentativa elaborativa). 38. Esta afirmação (ação argumentativa elaborativa) de Mur denotou a consciência do mesmo relativa aos problemas ambientais provocados pelo homem, demonstrando ser um aluno crítico e reflexivo. 39. Lú colocou a sua dúvida (ação argumentativa questionadora). 40,42. Mediante as colocações de Mur, o professor utilizou uma argumentação socrática de remodelamento.
--	--

41. Alunos: <i>já, já...</i> 42. P: <i>O efeito estufa devido ao aumento principalmente do CO₂, que é esse que a gente solta, nós respiramos, absorvemos o oxigênio e soltamos o CO₂, mas principalmente o que sai dos escapamentos de carros, esses poluentes, esses gases estão fazendo a temperatura da terra aumentar. Agora, especificamente aí, daqui 8 bilhões de anos, de acordo com essa teoria, a temperatura vai aumentar porque, não sei se vocês perceberam aí no texto, o Sol vai sofrer uma dilatação de tamanho, ele vai aumentar 70 vezes aproximadamente.</i> 43. Tat: <i>Nossa!</i> 44. P: <i>Essa teoria diz que o Sol vai sofrer um aumento no tamanho dele de aproximadamente 70 vezes, isso vai fazer aumentar a luminosidade na Terra.</i> 45. Mur: <i>Isso é uma teoria não é professor? Não é uma certeza.</i> 46. P: <i>É uma teoria.</i> 47. Lú: <i>Mas se os caras estudam tem alguma coisa que eles devem ter estudado, estão estudando.</i> 48. Fab: <i>Mas professor, a vida que ele fala, não é só do homem, não é?</i> 49. P: <i>A vida!</i> 50. Fab: <i>O homem acho que vai ser o mais rápido para acabar porque é o mais frágil, ele pode até arrumar uma defesa, mas tem muitos seres vivos que são mais resistentes do que o homem.</i> 51. P: <i>Têm muitos seres vivos que são mais resistentes que nós.</i>	42. Ao final deste trecho, o professor assumiu uma argumentação dialógica de recondução. 44. Neste momento o professor, por meio de uma argumentação socrática de elucidação, clareou algumas informações do texto, a fim de levar Tat a compreender a hipótese colocada pelo mesmo, que prevê a destruição da vida na Terra. 45. Este comentário de Mur denotou uma ação argumentativa questionadora por parte do mesmo. 46. O professor, por meio de uma argumentação socrática de reespelhamento, autorizou o argumento de Mur. 47. Lú se colocou por meio de uma ação argumentativa elaborativa. 48. Fab colocou a sua dúvida (ação argumentativa questionadora). 50. Fab elaborou (ação argumentativa elaborativa) a hipótese de que o homem vai ser extinto da Terra antes dos outros animais.
--	---

52. Lú: <i>Você fala vida, não só em homem não é?</i> 53. P: <i>Vida!</i> 54. Lú: <i>Vida...</i> 55. P: <i>Ele diz aí no texto que daqui 8 bilhões de anos, devido a esse aumento da temperatura pelo aumento do tamanho do Sol acabará a vida na Terra, quer dizer, não vai ter mais flor, não vai ter mais grama, não vai ter mais mosquito, nem barata.</i> 56. Tat: <i>Ainda bem que eu não vou estar aqui mais!</i> 57. P: <i>Agora teve uma pessoa aqui que falou assim ó: o homem vai se adaptar, o que vocês acham disso? Porque vejam bem, nós não vamos ver isso, nós vamos viver quanto a mais? 40, 50, 60 anos no máximo!</i> 58. Kat: <i>Eu quero viver mais 50 anos.</i> 59. Lú: <i>Do jeito que vai essa química nos alimentos não vai não!</i> 60. P: <i>Então, não vai, mas 50 anos é pouco tempo, agora 8 bilhões de anos, 8 bilhões de anos é tempo prá caramba. Agora, as pessoas vão chegando, nós vamos tendo filhos, os filhos vão tendo netos, netos vão tendo não sei o que, vai indo, a humanidade vai..</i> 61. Lú: <i>A humanidade só vai aumentando, não é?</i> 62. P: <i>Vai indo, então vejam bem, tentem desenvolver esse raciocínio, as pessoas vão, o</i>	52. Esta pergunta (ação argumentativa questionadora) já foi elaborada por Fab anteriormente. Talvez Lú não tenha prestado atenção, ou o professor não foi muito claro em sua resposta (“vida”). 54. Esta reação de Lú (ação argumentativa questionadora) pode denotar que a resposta do professor não foi satisfatória. 55. Neste momento o professor foi mais específico em sua resposta, por meio de uma argumentação socrática de elucidação. 56. Esta resposta pode denotar o individualismo desta aluna, não se importando com o que acontecerá com as pessoas que estiverem na Terra nesta época. Esse tipo de postura pode ser reflexo da estrutura social em que a mesma está inserida. 57. O professor, por meio de uma argumentação dialógica de instigação, tentou incentivar os alunos a explicitarem as suas opiniões. 59. Lú inseriu (ação argumentativa de inserção) um novo problema à discussão, relacionado à interação entre ciência, tecnologia e sociedade, o que denota a não linearidade desta atividade. 60. O professor, em princípio, não deu importância ao comentário de Lú, retomando (argumentação dialógica de recondução) o problema relativo ao que vai acontecer daqui a 8 bilhões de anos. 61. Lú inseriu (ação argumentativa de inserção) um novo problema à discussão. 62. Neste trecho o professor, por meio de uma argumentação socrática de fornecimento de
--	--

<i>tempo vai passando, essas alterações na Terra que vocês estão dizendo, aumento da temperatura pelo efeito estufa, o problema da química nos alimentos, tudo isto está afetando o homem, mas ele vai indo, vai indo, agora..</i>	pistas, destacou os elementos contextuais colocados por Mur (efeito estufa) e Lú (química nos alimentos), podendo levar os alunos a perceberem que muito antes de 8 bilhões de anos pode não haver mais condições de vida na Terra para o homem, em virtude de suas próprias ações.
63. Lú: <i>Agora, vai diminuindo o tempo de vida também!</i>	63. Esta ação argumentativa concordante de Lú pode denotar que o mesmo pode ter compreendido o significado das palavras do professor.
64. Hel: <i>Sabe porquê que não vai dar tempo de chegar até isto, nossa raça? Por causa da água!</i>	64. Hel introduziu (ação argumentativa de inserção) um outro elemento no contexto, também demonstrando a compreensão do significado das palavras do professor.
65. Kat: <i>É não vai ter mais água, não é?</i>	65. Kat, por meio de uma ação argumentativa concordante, demonstrou compartilhar da mesma opinião que Hel.
66. P: <i>Por quê? Explique isso aí sobre a água?</i>	66. O professor, por meio de uma fala avaliativa, buscou levar o aluno Hel a explicar melhor o seu argumento.
67. Hel: <i>Se as pessoas não forem conscientes sobre esse negócio da água, ou vai tomar água de esgoto, ou água salgada!</i>	67. Hel, por meio de uma ação argumentativa elaborativa, colocou uma hipótese do que pode vir a ocorrer caso as pessoas não utilizem a água de forma consciente, demonstrando a sua preocupação com o problema da falta de água, o que denota que o mesmo é um cidadão crítico e reflexivo.
68. Kat: <i>Mas nem de esgoto tem, não vai ter nem para a gente tomar banho no banheiro, como vai ter no esgoto?</i>	68. Kat demonstrou a sua preocupação com o problema, por meio de uma ação argumentativa concordante, acrescentando outros elementos (ação argumentativa de inserção) aos argumentos de Hel.
69. Fab: <i>Mas até lá o ser humano já mudou para outro planeta.</i>	69,71. Fab, ao mesmo tempo em que elaborou uma hipótese (ação argumentativa elaborativa), inseriu um novo elemento (ação argumentativa de inserção) à discussão, demonstrando que acredita no desenvolvimento científico e tecnológico a ponto de tornar possível a mudança do ser humano para outro planeta.
70. P: <i>Como é que é?</i>	70. Com esta pergunta o professor assumiu uma fala avaliativa, a fim de buscara lógica do

71. Fab: <i>Daqui 8 bilhões de anos o ser humano já adquiriu tecnologia para migrar para outro planeta, ir para .. vai até Plutão, já que o Sol vai crescer.. vai...</i> 72. Mur: <i>Eu acho que também o petróleo retirado muito da Terra vai causar algum tipo de (...) sei lá de (...) explosão, algumas coisas assim, é.. sei lá tipo explosão eu acho que é isto devido a quantidade petróleo que eles retiram da Terra terremotos, muitas .. é.. vulcão essas coisas assim eu acho que vai causando explosões na Terra, eu acho.</i> 73. P: <i>O que você ia falar Lú?</i> 74. Lú: <i>O negócio é deixar acontecer, aí depois nós comenta, não adianta comentar agora não tem solução mesmo!</i> 75. P: <i>Veja bem, mas essa é uma coisa inerente ao homem, o homem (...)</i> 76. Pri: <i>A gente estava comentando aqui, que se a tecnologia for bem avançada como ela está sendo hoje, se ela avançar mais ainda, daqui um tempo eles estão pegando pessoas colocando em espaçonaves e mandando para outro mundo, porque se eles acharem um outro planeta, como Marte, que eles falaram que tem água lá em Marte, se a água de lá for própria para a gente poder digeri-la, então quem sabe mais para frente a gente possa estar sendo transferido para outro mundo para poder viver naquela terra onde a terra é como uma coisa virgem da para plantar e nascer frutos.</i> 77. P: <i>Ó deixem eu falar uma coisa, a Pri disse que uma possibilidade para a sobrevivência da raça humana, o aumento da tecnologia seria o homem chegando a esses níveis aí, passando bilhões de anos chegando próximos aí a essa época que a gente está discutindo, ele se mudar do planeta Terra, e por exemplo ela disse a situação de Marte, que foi tocado no problema da água. Nós moramos em Lençóis Paulista onde existe um lençol de água em baixo aqui no subterrâneo, tem muita água, mas em São Paulo, na cidade</i>	raciocínio de Fab. 72. Mur elaborou (ação argumentativa elaborativa) outra hipótese, inserindo outro elemento à discussão (ação argumentativa de inserção). 73. O professor incentivou Lú a se colocar (argumentação dialógica de instigação). 76. Pri elaborou uma hipótese (ação argumentativa concordante) consistente com a argumentação de Fab. 77. O comentário do professor parece denotar que o mesmo assumiu uma argumentação socrática de fornecimento de pistas, a fim de mostrar aos alunos que o problema da falta de água pode levar à extinção da vida muito antes da existência de tecnologias que possibilitem a vida do homem em outros planetas. Com isso o professor também utilizou uma argumentação socrática de reespelhamento, autorizando o argumento de Hel (momento 64).
--	--

<i>de São Paulo já tem os problemas da falta da água.</i> 78. Hel: <i>Professor, mas eu acho que vai acabar não só assim, vai ter a água ainda, mas eu acho que vai virar guerra por causa da água e aí vai se (...)</i> 79. P: <i>Vocês viram sobre esse assunto que os Estados Unidos eles já estão querendo fazer inspeções aqui no Brasil (...)</i> 80. Tat: <i>Ih! Vai morrer todo mundo!</i> 81. Lú: <i>Manda eles virem aqui que vão ver só.</i> 82. Tat: <i>Vai jogar bomba no Brasil</i> 83. P: <i>Os Estados Unidos têm um discurso de que eles querem proteger o mundo de tudo: vamos lá invadir o Iraque porque eles têm armas de destruição em massa! Não encontraram nada, mas o Iraque tinha petróleo e água, lá no Iraque tem muita água também, o Brasil é um país que possui 17% da água potável do mundo, então, não é difícil não o Brasil entrar no chamado eixo do mau..</i> 84. Fab: <i>Só que eu acho difícil o brasileiro acabar com o (...)</i> 85. P: <i>O Brasil? O Bush?</i> 86. Fab: <i>Eu acho, por causa que o cara que não tem jeito aqui professor! O Bush fez isto lá por causa que não tinha democracia, o Saddam Hussein matava muita gente, mas ele não tem como fazer isso aqui no Brasil!</i> 87. P: <i>O Fab está dizendo que é meio difícil, impossível do George Bush vir para o Brasil. Mas, vejam bem, eu vou dar uma informação para vocês, os EUA já estão pretendendo fazer inspeções lá no Rio de Janeiro porque ficaram sabendo que o Brasil desenvolveu a tecnologia do Urânio enriquecido que é a matéria prima para a construção de bomba.</i> 88. Fab: <i>Existe, exatamente</i>	78. Hel acrescentou outro elemento a sua hipótese inicial (ação argumentativa de inserção). 79. O comentário de Hel levou o professor a comentar (argumentação socrática de elucidação) sobre as ações negativas e dominantes dos EUA. 80,81.82. As declarações de Tat e Lú mostraram as suas concepções sobre os EUA. 83. Nesta declaração, o professor, por meio de uma argumentação socrática de reespelhamento, reiterou a hipótese levantada por Hel. 86. Fab colocou a hipótese (ação argumentativa elaborativa) de que a atitude de Bush não se enquadraria no Brasil, graças ao sistema democrático que rege este país. 87,89. O professor discordou (argumentação dialógica de contraposição) de Fab, fundamentado nas ações anteriores dos EUA.
--	---

89. P: <i>Então com este argumento eles querem vir aqui para ver isto não sei o que, e isto é um pulinho para eles falarem assim: o Brasil tem armas de destruição em massa.</i> 90. Wag: <i>O Brasil liberou que eles viessem aqui, só que não vão contar o segredo. Eles podem ver tudo, mas a tecnologia não.</i> 91. P: <i>Você vê que sacanagem desses caras!</i> 92. Wag: <i>O Brasil falou: pode ver tudo menos a tecnologia que está oculta.</i> 93. Ric: <i>É até difícil dele ser reeleito agora.</i> 94. P: <i>Se Deus quiser o George Bush não vai ser reeleito.</i> 95. LúC: <i>Professor, mas venhamos e convenhamos, você acha que se não soltar dinheiro lá não sai uma coisinha por fora assim? Não deixa dar uma escapadinha?</i> 96. P: <i>Em que sentido?</i> 97. LúC: <i>Os caras chegar aqui no Brasil e soltar dinheiro você não acha que os caras não mostram essa tecnologia?</i> 98. P: <i>Claro que sim, no Brasil ainda!</i> 99. LúC: <i>Com o monte de ladrão que tem aqui.</i> 100. P: <i>Eu estava falando da água, o que eu estava falando da água? Ah! que o Brasil pode entrar no eixo do mal porque ele tem a água potável no mundo, ele possui 17% da água potável do mundo, por isso vejam bem, todos esse problemas, ó veja bem, com certeza, com certeza não, de acordo com essa teoria que nós estamos vendo, na ciência a gente nunca pode falar certeza, de acordo com essa teoria que nós estamos vendo daqui 8 bilhões de anos não haverá vida na Terra, mas, se determinados comportamentos da</i>	90. Wag acrescentou um elemento à informação do professor (ação argumentativa de inserção). 93. Ric se enganou em sua previsão (ação argumentativa elaborativa) para a eleição do presidente dos EUA, pois o Bush venceu as eleições. 96. O professor buscou a lógica da afirmação de LúC (fala avaliativa). 95,97. LúC, por meio de uma ação argumentativa elaborativa, colocou uma hipótese fundamentada no alto nível de corrupção vigente no Brasil. 98. O professor concordou com o aluno, por meio de uma argumentação socrática de reespelhamento. 100. O professor, por meio de uma argumentação dialógica de recondução, retomou o desenvolvimento das discussões para os temas pertinentes ao seu objetivo, articulando ciência, tecnologia, sociedade e política.
---	--

<i>raça humana como o desperdício de água, qual mais? O desperdício de energia, qual mais?</i> 101. Fab: <i>O desmatamento.</i> 102. P: <i>O desmatamento, qual mais?</i> 103. Hel: <i>A poluição.</i> 104. P: <i>A poluição, se isto não for controlado, muito antes disso, o fundamentalismo, que é aquilo que a gente comentou, que eu estou certo e vocês estão errados e por isto eu vou matar você, é o fundamentalismo, que as vezes tem dentro da nossa casa, entre igrejas, essas coisas.</i> 105. Hel: <i>O Bush é fundamentalista.</i> 106. .P: <i>É fundamentalista, tal como o Saddam Hussein. Nós precisamos crescer nisto, agora realmente eu só queria fazer um comentário que é o seguinte: vocês sabem o que diferencia o homem dos outros animais?</i> 107. Hel: <i>A nossa inteligência?</i> 108. Fab: <i>Cérebro.</i> 109. P: <i>Isso tudo é verdade, é o cérebro. Tem um cara chamado Marx, que as pessoas dizem que foi o pai do comunismo, vocês já ouviram falar no marxismo? Ele dizia que o que diferencia o homem dos outros animais é o seguinte: o animal ele se adapta num determinado lugar, ou ele se adapta ou não, se ele estiver num lugar que tem comida ele fica, senão ele sai. O animal, você tem pássaro que voa de um lugar para outro do mundo, voam, porque acabou a comida lá e ele voa para comer em outro lugar. Esse é o animal, ele se adapta ou não, ou ele sai. O homem tem uma característica diferente do animal, ele adapta o meio para as suas</i>	101,103. Fab e Hel levantaram (ação argumentativa de inserção) outros problemas ecológicos que influenciam diretamente no contexto em discussão, que é o da preservação da raça humana. 102. O professor concordou com Fab, por meio de uma argumentação socrática de reespelhamento. 104. O professor concordou com Hel (argumentação socrática de reespelhamento) e acrescentou o problema do fundamentalismo (argumentação socrática de elucidação) dentro do referido contexto. 105. Hel teve uma ação argumentativa concordante com a afirmação do professor. 106. O professor concordou com Hel (argumentação socrática de reespelhamento) e, por meio de uma pergunta (argumentação dialógica de instigação), direcionou o assunto para uma outra questão. 107,108. Hel e Fab colocaram as suas hipóteses (ação argumentativa elaborativa). 109. O professor autorizou as colocações dos alunos Hel e Fab (argumentação socrática de reespelhamento) e, a seguir, abordou (argumentação dialógica de recondução) algumas idéias de Marx.
---	--

<i>necessidades. Então, embora isso hoje possa ser uma possibilidade quase que inviável de você ir para outro planeta, como o homem tem essa característica inerente, que é a de adaptar a região onde ele está, então isso é possível mesmo.</i> 110. Wag: <i>Professor há 100 anos atrás ninguém imaginaria tantas coisas como nós temos hoje, computador (...)</i> 111. P: <i>Imagem há 100 anos atrás negócio de computador, computador que 100 anos atrás, 15 anos atrás, computador muito menos!</i> 112. Wag: <i>Quando eu tinha 13 anos quem tinha telefone era rico!</i> 113. P: <i>Era rico! E celular?</i> 114. Mur: <i>Televisão.</i> 115. Lú: <i>É uma revolução!</i> 116. P: <i>Você pega um cara que está numa época dessa, dá um jeito de voltar lá e diz: ó amigo existe isso, isso, isso, ele fica louco. Então da mesma forma que hoje para nós olharmos e falarmos: Oh! Ir para um outro planeta é (...)</i> 117. Cle: <i>Professor, você acha que o computador foi uma coisa boa que o homem fez?</i> 118. P: <i>Ele perguntou se eu acho que o computador representou um benefício.</i> 119. Cle: <i>Eu acho que não.</i> 120. P: <i>Por quê?</i> 121. Cle: <i>Desemprego! Usina, veja na usina tanto lugar que tinha, 10, 20 nêgo trabalhando, agora o cara põe uma porcária de um computador lá e vai um e comanda. O</i>	110. O comentário do professor levou o aluno Wag a destacar, por meio de uma ação argumentativa de inserção, outro elemento relacionado ao avanço científico e tecnológico ocorrido no século XX, a partir da revolução industrial. 111. O professor autorizou a fala de Wag, por meio de uma argumentação socrática de reespelhamento. 117,121. Cle se colocou por meio de uma ação argumentativa de inserção. 118. Este comentário do professor pode ser classificado como uma argumentação dialógica de instigação. 120. Por meio de uma fala avaliativa, o professor buscou os motivos pelos quais o aluno Cle apresentou o seu argumento.
--	---

<i>resto da turma vai embora, é ou não é?</i> 122. P: <i>Um dos resultados do computador foi o desemprego, isso é verdade, aonde trabalhavam 10, 20, trabalha 1 e se bobear nenhum.</i> 123. Wag: <i>Mas muitos remédios e vacinas são feitos por meio de computador, ele ajuda a (...)</i> 124. Mur: <i>Deveria ter uma lei que nem, usar computador só para esse tipo de coisa (...)</i> 125. Discussão generalizada 126. Hel: <i>Têm coisas que demorava 1 mês, 2 meses para resolver e agora o computador resolve em questão de fração de segundos.</i> 127. Mur: <i>Melhorou em termos.</i> 128. P: <i>Ó, por exemplo, alguém aqui trabalha no corte de cana?</i> 129. Cle: <i>Ah eu já tive esta vidinha triste hem!</i> 130. P: <i>Veja bem, o trabalho no corte de cana, se a gente diz assim sobre o maquinário, existem máquinas que cortam cana, é bom ou ruim?</i> 131. Mur: <i>É bom, a máquina é bom.</i> 132. Lú: <i>Desemprega as pessoas!</i> 133. Mur: <i>Gera desemprego, mas uma máquina corta para 80 homens!</i> 134. Lú: <i>Sou contra isto, desemprega as</i>	122. O professor, por meio de uma argumentação socrática de reespelhamento, concordou com os argumentos colocados por Cle. 123. Wag, por meio de uma ação argumentativa questionadora, discordou do argumento de Cle. 124. Mur propôs uma solução (ação argumentativa elaborativa) para o problema apresentado por Cle. 125. Esta discussão generalizada pode refletir a polêmica gerada em virtude dos conseqüentes prós e contras da evolução tecnológica. 126. Hel questionou o argumento de Cle (ação argumentativa questionadora), destacando outro aspecto positivo relacionado ao computador. 127. Esta colocação de Mur pode denotar que o mesmo refletiu sobre os prós e os contras relativos ao surgimento do computador. 129. Cle criticou o avanço tecnológico, mas reconheceu que o trabalho no corte de cana é sub-humano. Isso pode ser um indício de que o mesmo estivesse passando por um processo de reelaboração de suas idéias (ação argumentativa reelaborativa). 130,136. Este comentário denota que o professor, por meio de uma argumentação dialógica de instigação, buscou levar os alunos a explicitarem as suas idéias. 131,132,133,134. Mur e Lú mantiveram uma ação argumentativa questionadora no sentido de discordar dos argumentos um do outro.
---	--

135. Wag: <i>Professor, conversei com um cara que é dono de uma empresa de pegar cortador de cana e ele falou que hoje para você conseguir um ônibus de cortador de cana é difícil. Ninguém quer saber mais de trabalhar no cru não, tem que ser máquina mesmo.</i> 136. P: <i>Mas as pessoas estão ficando preguiçosas?</i> 137. Pri: <i>Eu acho que não, eu acho que depende da cidade do que ela vai se adaptar.</i> 138. Wag: <i>É por exemplo, a cidade que tem muita industrialização você não quer cortar cana porque tem muitas indústrias! Mas eu conversei com o dono de uma empresa e ele falou que para você conseguir uma galera boa para cortar cana é difícil. Ele falou que para comprar máquina também é muito caro.</i> 139. P: <i>A questão de tudo isto é a seguinte: o computador é (...) é o tal negócio (...)</i> 140. Lú: <i>Isso é tudo consequência do próprio homem, ele está inventando máquina para substituir ele mesmo, é a evolução não tem como parar.</i> 141. P: <i>Então, não tem como parar, e outra, porque é assim, se você pega o corte de cana pô, é um serviço desgastante!</i> 142. Cle: <i>Claro que é!</i> 143. P: <i>Em uma situação ideal, se você conseguisse pegar as pessoas que trabalham no corte de cana e colocá-las num emprego não tão desgastante e substituir o corte de cana por máquina, seria uma coisa interessante, o problema é que desemprega as pessoas.</i>	135,138. O comentário de Wag (ação argumentativa de inserção) mostrou que o caminho é a busca de uma melhoria na qualidade de vida, pois as próprias pessoas que trabalham no corte de cana não querem mais se submeter a esse árduo trabalho. 141,143. Este comentário do professor pode denotar a sua intenção de mostrar aos alunos, por meio de uma argumentação socrática de fornecimento de pistas, que a qualidade de vida das pessoas que trabalham no corte de cana pode melhorar, na medida em que serão obrigados a buscar outro tipo de trabalho. 142. Cle parece ter reelaborado (ação argumentativa reelaborativa) a sua concepção inicial.
---	--

144. Tat: <i>Professor, mas a questão de quem trabalha no corte de cana é que a maioria dessas pessoas não têm escolaridade.</i> 145. Mar: <i>É tudo analfabeto.</i> 146. Tat: <i>É tudo pessoa que não tem escola. A maioria fez até a quarta série, não sabe nem ler e escrever. Então vai colocar eles aonde professor fala para mim? É difícil.</i> 147. P: <i>Eu sei, eu entendo, olha são várias ações, eu não sou a favor do desemprego, mas aí que está, não tem escolaridade, agora com certeza se as pessoas forem buscando a escolaridade outros empregos surgirão para elas.</i> 148. Tat: <i>Mas são pessoas muito assim (...) muito reservadas.</i> 149. P: <i>Veja bem, elas vão sofrer essa consequência esse é um ponto negativo.</i> 150. Tat: <i>A luarcel vai comprar uma máquina para substituir muitos homens. Pessoas que não tem escolaridade que vai ficar mais difícil ainda de arrumar serviço, entendeu?</i> 151. P: <i>É você tem razão, esse é um ponto negativo. Mas, veja bem, se a gente vai falar assim ó: o computador é bom ou ruim ou a tecnologia é boa ou ruim, veja bem, o conhecimento é bom ou ruim?</i> 152. Wag: <i>É bom!</i> 153. P: <i>Esse negócio de ser bom (...) veja bem, a mesma tecnologia, o mesmo conhecimento que você faz uma bomba nuclear, que você mata e acaba com o mundo, você pode fazer aí uma usina para produzir energia enfim (...)</i>	144,146. Tat levantou um problema importante (ação argumentativa de inserção), que consiste na falta de escolaridade das pessoas em questão. Isso pode levar à reflexão sobre a necessidade de se investir em educação no Brasil. 147. O professor, por meio de uma argumentação socrática de remodelamento, destacou a importância de que todas as pessoas tenham acesso à educação, a fim de que o problema em questão seja superado. 148. Tat assumiu uma ação argumentativa questionadora relativa à afirmação do professor. 149. O professor concordou com a aluna, por meio de uma argumentação socrática de reespelhamento. 150. Tat inseriu (ação argumentativa de inserção) mais um exemplo relacionado ao contexto de discussão. 151. O professor utilizou uma argumentação socrática de reespelhamento, concordando com a aluna para, a seguir, por meio de uma argumentação socrática de fornecimento de pistas, levar os alunos à percepção da necessidade de se obter conhecimento e avanço tecnológico, embora os aspectos negativos relacionados aos mesmos. 152. Wag elaborou a sua hipótese (ação argumentativa elaborativa). 153. Por meio de uma argumentação socrática de elucidação, o professor mostrou aos alunos que o conhecimento e a tecnologia têm o seu lado bom e ruim, tudo depende de como são utilizados. 154. Wag reiterou (ação argumentativa
--	--

154. Wag: <i>Vacina.</i> 155. P: <i>É a mesma coisa, então aí não é o conhecimento que é bom ou que é ruim, tem um fator chamado ética, já ouviram falar em ética? A ética envolve valores, várias coisas que permeiam isso daí, quem usa é que vai determinar, são os interesses que vão dizer se o conhecimento, se o computador se eles vão ser bons ou vão ser ruins. Por exemplo: nós vivemos numa sociedade capitalista que prega a competitividade entre as pessoas, ela prega o lucro, a individualidade, várias coisas, nesse sentido o conhecimento é utilizado para isto. Se pega um computador, você tem 20 funcionários, e você gasta com eles tanto lá de x por mês, pô se eu conseguir mandar 19 embora e ficar com um só eu vou ter mais lucro.</i> 156. Cle: <i>Com certeza!</i> 157. P: <i>Se eu vivesse em uma sociedade que não pregasse essa ideologia do mais lucro, então tudo bem, eu não vou ter tanto lucro aqui, mas eu não vou fazer com que o filho do cara lá morra de fome! Então o cara não mandaria embora.</i> 158. Lú: <i>Ah se todos pensassem assim!</i> 159. P: <i>Não, mas são os interesses que dizem se determinado conhecimento ou tecnologia é bom ou ruim. O que está por trás é a visão do lucro.</i> 160. Wag: <i>A sociedade que você fala é o mundo não é professor?</i> 161. P: <i>A sociedade são as pessoas.</i> 162. Wag: <i>Mas então, hoje o Brasil não poderia deixar de entrar nesta globalização não é? Senão teria mais desempregado ainda!</i> 163. P: <i>Mas, por outro lado, se entrar de vez nesta globalização, a ALCA, que é o livre comércio entre as Américas, o próprio</i>	elaborativa) a sua colocação feita anteriormente, relativa a um aspecto positivo do avanço tecnológico. 155,157,159. Por meio de uma argumentação retórica de contextualização, o professor tentou mostrar aos alunos a importância da ética na utilização de novos conhecimentos e tecnologias. 156. Cle demonstrou uma ação argumentativa concordante. 160. Wag colocou a sua dúvida por meio de uma ação argumentativa questionadora. 162. A fala do professor parece ter gerado um conflito em Wag, o que foi demonstrado por meio de uma ação argumentativa questionadora. 163. O professor utilizou uma argumentação socrática de remodelamento para dar contornos mais precisos ao assunto em
--	--

<i>mercosul, você tem um produto que é feito nos EUA a preço de banana, vem para cá e quebra a empresa nacional.</i> 164. Mur: <i>É igual o chinês, Tudo que você pega hoje é made in China!</i> 165. P: <i>Por quê? Porque na China é barato para produzir porque tem muita mão de obra.</i> 166. Mur: <i>E manda aqui, vem vender aqui!</i> 167. P: <i>Mas vejam bem, vocês percebem que independentemente de globalização, ou do que for, o que norteia o pensamento da sociedade é a visão do lucro. Aqui no Brasil eu compro açúcar de Lençóis por X, mas tem um açúcar vendendo em outro lugar por metade do preço, eu vou comprar lá ué.</i> 168. Wag: <i>Com certeza!</i> 169. Lú: <i>É lógico, se tem uma coisa que está dando prejuízo você vai cortar ela!</i> 170. P: <i>Exatamente! Nós vivemos em uma sociedade de lucro e aí vem esse negócio de ser bom ou ser ruim. Agora o conhecimento, a tecnologia em si, elas não são boas ou ruins, é quem usa que define isso.</i> 171. Fab: <i>Um empresário hoje em dia não quer saber muito contratar funcionário, ele está terceirizando tudo.</i> 172. P: <i>Ele não quer ter encargos sociais.</i> 173. Fab: <i>Não quer ter encargo social, não quer dor de cabeça, ele faz um contrato com você e você arruma o pessoal.</i> 174. P: <i>Ele paga o seu serviço, ele paga o seu produto, visão pura de lucro! É isso, vamos continuar a leitura, olha sensacional essa discussão.</i>	questão. 164. Mur inseriu um exemplo (ação argumentativa de inserção) ao contexto de discussão. 165. O professor, por meio de uma argumentação socrática de reespelhamento, autorizou a fala de Mur. 167. Por meio de uma argumentação dialógica de recapitulação, o professor sintetizou as idéias colocadas anteriormente. 168,169. Wag e Lú: demonstraram uma ação argumentativa concordante com as colocações do professor. 170. O professor, por meio de uma argumentação socrática de reespelhamento, autorizou o argumento de Lú e, a seguir, deu continuidade a sua argumentação dialógica de recapitulação. 171. Fab inseriu (ação argumentativa de inserção) um novo elemento à discussão. 172. O professor concordou com a colocação de Fab (argumentação socrática de reespelhamento). 173. Fab demonstrou uma ação argumentativa concordante com o argumento do professor.
--	--

O professor iniciou o presente episódio assumindo uma abordagem comunicativa interativa/dialógica, a fim de explorar as idéias dos alunos e trabalhar diferentes pontos de vista. Assim, no momento 1, o professor tentou iniciar o fluxo de comunicação por meio de uma polissemia aberta, decorrente de um discurso lúdico. Desse modo, após abrir espaço para que os alunos se colocassem, manteve-se em silêncio com o propósito de dar um tempo para que os alunos organizassem as suas argumentações.

Contudo, os alunos se mantiveram em silêncio, o que pode indicar reflexão ou mesmo dificuldade dos mesmos em argumentar acerca dos assuntos abordados no trecho do texto em questão.

Já que os alunos não se manifestaram, o professor assumiu uma abordagem comunicativa interativa/de autoridade, a fim de direcionar o raciocínio dos alunos para o problema abordado no texto acerca do fim do planeta Terra. Com isso, por meio de um discurso polêmico, buscou o envolvimento dos mesmos com o tema em questão, direcionando o assunto a ser discutido. Para tal, colocou uma pergunta aos alunos com o intuito de incentivá-los a explicitarem as suas opiniões, a fim de dar início ao fluxo de comunicação, mediante a interação professor-alunos-texto.

Com isso, Tat (momentos 5 e 17) elaborou um argumento mítico, em que tudo o que acontece é pela permissão de Deus, o que pode ter sido determinado pela ideologia que corresponde a um reflexo da estrutura social em que a mesma está inserida.

Wag e Mur (momentos 6 e 7) elaboraram argumentos contraditórios, mas estruturados na ciência. O primeiro parece ter se fundamentado nas informações do texto, em que, graças ao aumento da temperatura na Terra, não será possível a existência de vida, seja ela de qualquer espécie. O segundo fundamentou-se na hipótese de que o corpo humano se adapta de acordo com as condições climáticas. Com isso, esses alunos mostraram indícios de que articularam os seus conhecimentos prévios com as novas informações, atribuindo os seus significados, o que pode indicar uma aprendizagem significativa.

Na sequência, Lúci (momentos 10 e 12) parece não ter compreendido a leitura, bem como o argumento de Mur. A fim de esclarecer a dúvida de Lúci, os alunos Mur e Fab demonstraram ter interagido e compreendido o texto, relacionando o novo conhecimento com as suas idéias prévias, o que pode ser um indício de aprendizagem significativa crítica.

É possível perceber a polissemia aberta decorrente da postura do professor, deixando que os alunos explicitassem as suas idéias livremente. Com isso, o aluno Mur (momentos 21, 25 e 29), ao elaborar a sua hipótese para o que vai ocorrer daqui a bilhões de anos, demonstrou ter relacionado os seus conhecimentos com a nova informação abordada no

texto, atribuindo significados vinculados a sua maneira de perceber e representar o conhecimento em questão. Desse modo, o argumento do aluno sugere que houve uma aprendizagem significativa crítica por parte do mesmo. Entretanto, nas relações por ele estabelecidas, o aluno demonstrou ter confundido a causa do aquecimento da Terra, que é o efeito estufa, com o buraco na camada de ozônio. Na realidade o texto se referiu ao aquecimento da Terra em virtude do grande aumento do Sol, mas Mur se reportou à discussões ocorridas em aulas anteriores sobre os dois referidos fenômenos (aquecimento da Terra em virtude do efeito estufa e maior índice de UV chegando à Terra em virtude do buraco na camada de ozônio).

Mediante o argumento de Mur relativo à causa do aumento da temperatura na superfície da Terra, o professor, em princípio não teceu comentário algum acerca da referida relação estabelecida pelo aluno (aumento de temperatura na Terra com a falta da camada de ozônio). Talvez essa postura do mesmo tenha se dado com o propósito de dar continuidade ao fluxo de comunicação e verificar quais outras hipóteses emergiriam no decorrer do fluxo de comunicação.

Essa postura do professor deu abertura para que Tat colocasse a sua hipótese (momentos 26 e 30) de que o Sol está abaixando, o que levou Mur a contra-argumentar a colocação da aluna, reiterando a sua hipótese inicial. Entretanto, Tat reelaborou o mesmo argumento de forma categórica, afirmando a existência de duas possibilidades (momento 33). A fala aparentemente ingênua de Tat, do Sol baixando ou da Terra subindo, pode denotar a sua visão de senso comum. Mostra ainda que a mesma foi capaz de estabelecer mudanças de referencial ao se referir ao movimento de um objeto. Essa habilidade é importante, por exemplo, para a compreensão do movimento terrestre. Afirmar que o Sol está descendo é um raciocínio fundamentado na estaticidade da Terra e naquilo que é observável daqui, ou seja, o movimento solar. Dizer que a Terra está subindo reflete a compreensão de um movimento não observável. Ela foi capaz de atribuir movimento à Terra, o que pode significar efeito de aprendizagem significativa crítica, uma vez que foi trabalhado, em outros capítulos, os movimentos de translação e rotação da Terra.

A pergunta de Mur, no momento 45, foi relevante e pode indicar que a interação com o texto, bem como a interação social estabelecida em sala de aula, pode ter propiciado ao aluno a superação da visão das teorias científicas como verdades absolutas. Esse posicionamento do aluno sugere um efeito de aprendizagem significativa crítica no decorrer da atividade, uma vez que esse caráter relativo da ciência foi bastante trabalhado, especialmente no capítulo IV.

Após essas demonstrações de interesse, o professor (momento 57) retomou a discussão para a questão da adaptação do homem, citada anteriormente por Mur, a fim de levar os alunos a explicitarem as suas opiniões sobre o assunto. No decorrer dessas reflexões, Lúci, Hel, Fab, Mur colocaram argumentos importantes que refletem diretamente na sobrevivência do homem: a química dos alimentos; a crise da água; a crise do petróleo; a mudança dos seres humanos para outro planeta; o desmatamento; a poluição (momentos 59, 64, 67, 69, 71, 72, 101, 103), o que sugere uma aprendizagem significativa crítica por parte desses alunos, pois que os mesmos estabeleceram relações entre os seus conhecimentos prévios e as novas informações, enquanto perceptores/representadores do mundo em que vivem.

No momento 78, Hel inseriu um novo problema à discussão, refletindo acerca de uma possível guerra mundial que pode vir a ocorrer em virtude da falta de água, reiterando com isso, a sua compreensão (aprendizagem significativa crítica) de mundo. Isso demonstra que a leitura do presente texto pode propiciar a facilitação da aprendizagem significativa crítica por parte dos estudantes, permitindo que sejam trabalhados os aspectos científicos, tecnológicos, sociais, políticos e ambientais de forma articulada.

O comentário de Hel no momento 78 gerou uma discussão política, envolvendo os Estados Unidos, que querem dominar a tudo e a todos, bem como a corrupção que toma conta do Brasil.

Após várias reflexões nesse sentido, o professor (momento 100) assumiu uma postura polêmica, retomando o problema da falta de água, ressaltando que o mesmo se dá em virtude de comportamentos inadequados do ser humano, direcionando o assunto para os problemas ambientais causados pelo homem. Esse comentário do professor levou os alunos a destacarem outros problemas ambientais, tais como a poluição e o desmatamento. Outro perigo eminente destacado pelo professor (momento 104), corresponde ao fundamentalismo.

Na sequência, após algumas reflexões, o professor abordou algumas idéias de Marx, por meio de uma polissemia controlada, acerca da capacidade do homem em adaptar o meio as suas necessidades, o que gerou uma discussão sobre o avanço tecnológico. Esse fato se deu, provavelmente, em virtude das argumentações de Mur (momento 7) sobre adaptação. Esse aluno demonstrou perceber a característica do homem em adaptar a realidade as suas necessidades, mesmo antes de o professor abordar o assunto. Esse tipo de reflexão é relevante, pois remete a reflexões acerca do homem enquanto ser. Entretanto, seria importante que o professor também destacasse que o homem não está acima da natureza, mas faz parte dela. Isso poderia levar os alunos a perceberem que é necessário que as suas atitudes não a destruam, a fim de preservarem a si próprios.

Essas colocações do professor levaram os alunos a refletirem sobre o desenvolvimento tecnológico no século XX. A partir dessas reflexões, Cle (momento 117) demonstrou uma aprendizagem significativa crítica, ao elaborar um questionamento relevante, relacionando as suas idéias com as idéias trabalhadas no fluxo de comunicações, acerca dos aspectos positivos e negativos decorrentes do referido avanço. Esse aluno apontou para um aspecto negativo do avanço tecnológico, relativo ao desemprego, gerando uma discussão importante acerca dos problemas sociais decorrentes da evolução tecnológica e da falta de ética gerada em virtude do sistema capitalista em que vivemos. Entretanto, outros alunos destacaram aspectos positivos relativos a esse avanço, levando Cle à percepção de sua necessidade, a fim de melhorar a qualidade de vida do ser humano. Com isso percebe-se que o referido aluno reelaborou a sua idéia inicial acerca do problema em questão.

Essa negociação de significados, em que os alunos Wag, Hel, Mur, Kat (momentos 117, 119, 121, 122, 123, 126, 127, 135, 144 154) argumentaram e contra-argumentaram acerca dos aspectos positivos e negativos relacionados ao avanço tecnológico, sugere que os mesmos estabeleceram relações entre as suas idéias e o novo conhecimento, o que pode indicar a ocorrência de aprendizagem significativa crítica por parte dos mesmos.

Com isso, foi possível perceber que o debate estabelecido no decorrer dessa discussão ressaltou, por um lado, o problema eminente da má distribuição de rendas e do desemprego gerado pela substituição do homem pela máquina, mas, por outro lado, a necessidade de acesso à evolução científica e tecnológica para a melhoria nas condições de vida da população. A referida discussão sobre o avanço tecnológico, levou o aluno Wag (momento 162) a formular uma pergunta relevante acerca da globalização, indicando que o mesmo pode ter atribuído significados de modo a demonstrar uma aprendizagem significativa crítica, a partir da interação entre as suas idéias e as novas informações. De modo geral, foi possível observar que o processo de negociação de significados decorrente dessa interação social levou os alunos à reflexão sobre ciência, tecnologia e sociedade dentro de uma abordagem ética, ao perceberem os aspectos positivos e negativos do avanço tecnológico.

Consideramos ainda, que a presente atividade é um bom exemplo de atividade não linear. Neste episódio, por exemplo, a discussão inicial era relacionada ao final da vida na Terra devido à dilatação do Sol, tema esse abordado pelo texto. Os alunos, entretanto, levantaram hipóteses para as causas da destruição da vida na Terra, muito antes de 8 bilhões de anos, relacionadas a outros fatores, tais como: - a destruição da camada de ozônio; - a falta de água; - os agrotóxicos nos alimentos; - o desmatamento. Os mesmos levantaram ainda alternativas para a preservação da vida, sugerindo que, com o avanço tecnológico, o homem

poderá se adaptar às mudanças ou mesmo se mudar de planeta. O professor se posicionou de modo a valorizar os argumentos dos alunos, viabilizando o fluxo de comunicações, mas não perdeu de vista o problema abordado no texto relacionado à dilatação do Sol como a causa da destruição da Terra.

Assim, foi possível perceber que a partir do momento 4, em que os alunos começaram a direcionar a atividade, o professor assumiu uma abordagem comunicativa interativa/dialógica, uma vez que professor e alunos exploraram idéias, formularam perguntas, colocaram hipóteses, elaboraram argumentações e contra-argumentações, de modo que foram considerados diversos pontos de vista. Essa postura do professor manteve-se até o final do presente episódio (momento 163). Com isso, mediante a polissemia aberta proporcionada pelo professor, foi possível perceber que os alunos refletiram sobre os aspectos políticos, ambientais e sociais relacionados ao desenvolvimento tecnológico e científico, o sugere que a utilização do presente texto, mediante uma abordagem dialógica, pode levar à formação de um indivíduo crítico e reflexivo.

Mediante essa premissa, consideramos que a presente atividade ofereceu condições para que fossem trabalhados os conceitos físicos de forma contextualizada, viabilizando a facilitação da aprendizagem significativa crítica por parte dos estudantes, bem como a formação dos mesmos enquanto cidadãos em condições de participarem ativamente, de forma crítica em seu meio social.

5.2. Sistematização da análise dos episódios segundo as características das argumentações discentes e docentes

A partir da análise dos episódios selecionados referentes aos capítulos I, IV e V, destacamos as características das argumentações discentes e docentes nas tabelas de 1 a 6, a fim de serem verificados os argumentos mais utilizados pelos alunos e pelo professor, bem como os argumentos que menos surgiram nas discussões. Mediante essas evidências, procuramos identificar fatores que podem estar relacionados à ocorrência de uma maior ou menor incidência de uma determinada argumentação.

5.2.1. Características das argumentações discentes

As tabelas a seguir sintetizam as ações argumentativas discentes ocorridas em sala de aula referentes a cada capítulo do texto paradidático.

Tabela 1 – Características das argumentações discentes – Capítulo I

CARACTERÍSTICAS DAS ARGUMENTAÇÕES DISCENTES	
Ação argumentativa elaborativa	Episódio 1 – momentos: 6, 8, 16
	Episódio 2 – momentos: 44, 48, 51, 54, 56, 59, 61, 66, 70, 72, 74, 75, 76, 81, 82, 83, 84, 86, 90, 91, 92, 107, 113, 115, 116, 118, 129, 130, 132, 135
	Episódio 3 – momentos: 151, 167, 169, 172, 173, 176, 178, 180, 182, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 204, 207, 210, 212, 215, 224, 236, 238, 240, 251, 253, 273, 274, 280, 286
Ação argumentativa concordante	Episódio 1 – momentos: 12, 14, 17
	Episódio 2 – momentos: 50, 58, 63, 95, 97, 108
	Episódio 3 – momentos: 152, 172, 192, 198
Ação argumentativa questionadora	Episódio 1 – momentos: 9, 11
	Episódio 2 – momentos: 49, 51, 52, 57, 60, 70, 72, 74, 76, 79, 84, 93, 94, 109
	Episódio 3 – momentos: 148, 175, 185, 205, 222, 227
Ação argumentativa reelaborativa	Episódio 1 – momentos: não houve
	Episódio 2 – momentos: não houve
	Episódio 3 – momentos: 154, 159, 161, 165, 210, 212, 246, 274
Ação argumentativa investigativa	Episódio 1 – momentos: 6, 24
	Episódio 2 – momentos: não houve
	Episódio 3 – momentos: 148, 213, 215, 227
Ação argumentativa de inserção	Episódio 1 – momentos: 6
	Episódio 2 – momentos: 50, 54, 57, 61, 66, 76, 84, 111, 121, 123, 125, 133
	Episódio 3 – momentos: 180, 185, 218, 226, 234, 244

Nos episódios relativos ao capítulo 1, é possível observar que os alunos participaram ativamente da atividade, explicitando as suas opiniões, sem medo de errar, bem como questionando as colocações dos colegas, do professor ou do texto. Esse resultado pode

ter ocorrido em virtude da postura dialógica do professor, instigando os alunos a explicitarem as suas opiniões e buscando a lógica dessas opiniões, sem utilizar argumentações dialógicas de contraposição, a fim de não inibir os alunos. Ao invés disso, o professor optava por levar os mesmos a perceberem a inadequação de suas hipóteses em termos científicos, por meio de argumentações socráticas de fornecimento de pistas ou de reespelhamento.

Ocorreram vários momentos em que os alunos demonstraram uma aprendizagem significativa crítica, introduzindo novos elementos à discussão, a partir da articulação entre os novos conhecimentos e as suas idéias prévias.

Quase todos os momentos em que os alunos demonstraram a reelaboração de seus conceitos iniciais foram decorrentes de argumentações socráticas de fornecimentos de pistas por parte do professor. Somente em uma situação (momentos 210 e 212) é que o aluno pareceu reelaborar o seu ponto de vista em consequência de uma postura socrática de reespelhamento do professor, legitimando a fala de outros alunos e desconsiderando a hipótese inicial do aluno em questão (Cle). Essa postura do professor, aliada ao fluxo de comunicação que se estabeleceu, pode ter levado o referido aluno à reflexão, estabelecendo novas interações, de modo a atribuir novos significados ao problema em questão.

Observa-se ainda, que ocorreram momentos de interação entre os alunos e o texto, senão de forma direta, buscando esclarecimentos ou colocando questionamentos acerca dos conteúdos físicos abordados no mesmo, de forma indireta, mediante o contexto de interações emergentes das colocações do texto, iniciada, em alguns momentos pelo professor, com o propósito de trabalhar alguns conteúdos físicos presentes no texto, relevantes para o mesmo.

Tabela 2 – Características das argumentações discentes – Capítulo IV

CARACTERÍSTICAS DAS ARGUMENTAÇÕES DISCENTES	
Ação argumentativa elaborativa	Episódio 6 – momentos: 135, 137, 139
	Episódio 7 – momentos: 188, 190, 192, 194, 204, 206, 214, 221, 224, 226, 231, 234, 239, 247, 249, 257, 261, 265, 266, 268, 270, 273, 275
	Episódio 8 – momentos: 295
	Episódio 10 – momentos: 330
Ação argumentativa concordante	Episódio 6 – momentos: 142, 150, 152, 154, 156, 158, 160, 162, 164, 181
	Episódio 7 – momentos: 223, 240, 251, 271
	Episódio 8 – momentos: não houve
	Episódio 10 – momentos: 318, 322, 324, 326
Ação argumentativa questionadora	Episódio 6 – momentos: 166, 169, 171, 175
	Episódio 7 – momentos: 198, 200, 208, 210, 222, 232, 235, 245, 278, 284, 285
	Episódio 8 – momentos: 293, 297
	Episódio 10 – momentos: 316, 332, 336, 338, 340
Ação argumentativa reelaborativa	Episódio 6 – momentos: 144, 148

	Episódio 7 – momentos: não houve
	Episódio 8 – momentos: 299, 301
	Episódio 10 – momentos: 334, 342, 344
Ação argumentativa investigativa	Episódio 6 – momentos: não houve
	Episódio 7 – momentos: 185
	Episódio 8 – momentos: não houve
	Episódio 10 – momentos: 313
Ação argumentativa de inserção	Episódio 6 – momentos: 177
	Episódio 7 – momentos: 196, 202, 229, 252, 263, 287
	Episódio 8 – momentos: não houve
	Episódio 10 – momentos: 328

Com relação aos episódios referentes ao capítulo IV, considera-se que os alunos continuaram participando ativamente. Entretanto, por se tratar de um conteúdo que envolve o processo evolutivo dos conhecimentos científicos acerca do sistema solar, o presente capítulo apresenta maior complexidade, o que torna mais difícil a compreensão dos temas abordados por parte dos alunos. Com isso, foram necessárias mais argumentações retóricas e socráticas de elucidação por parte do professor, a fim de esclarecer as colocações do texto.

Entretanto, algumas de suas explicações não foram inteligíveis para os alunos, a ponto de levá-los à percepção dos limites de validade das concepções científicas que foram aceitas no decorrer da história. Desse modo, faltou ao professor, colocar com maior precisão e discernimento, os modelos teóricos atualmente aceitos pela comunidade científica.

Tabela 3 – Características das argumentações discentes – Capítulo V

CARACTERÍSTICAS DAS ARGUMENTAÇÕES DISCENTES	
Ação argumentativa elaborativa	Episódio 1 – momentos: 5, 6, 7, 21, 23, 25, 26, 28, 30, 33, 37, 38, 47, 50, 67, 69, 71, 72, 86, 93, 95, 97, 107, 108, 124, 152, 154
Ação argumentativa concordante	Episódio 1 – momentos: 63, 65, 68, 76, 105, 156, 168, 169, 173
Ação argumentativa questionadora	Episódio 1 – momentos: 10, 12, 15, 29, 33, 36, 39, 45, 48, 52, 54, 123, 126, 131, 132, 133, 134, 148, 160, 162
Ação argumentativa reelaborativa	Episódio 1 – momentos: 129, 142
Ação argumentativa investigativa	Episódio 1 – momentos: 11, 13
Ação argumentativa de inserção	Episódio 1 – momentos: 59, 61, 64, 68, 69, 71, 72, 78, 90, 101, 103, 110, 117, 121, 135, 138, 144, 146, 150, 164, 171

Neste episódio relativo ao capítulo V, a partir da abordagem do texto acerca da teoria que prevê o fim da possibilidade de vida em nosso planeta, em virtude do aumento do Sol, os alunos participaram ativamente, questionando, elaborando hipóteses, bem como fornecendo sugestões para a sobrevivência do ser humano. Os mesmos inseriram elementos à discussão posicionando-se de forma crítica e reflexiva com relação às consequências desastrosas decorrentes das atitudes adversas do ser humano com relação à natureza,

demonstrando, com isso, que a interação entre professor, alunos e texto propiciou a formação dos estudantes enquanto cidadãos capazes de atuar em seu cotidiano, de modo a minimizar as referidas conseqüências. Percebe-se assim, que o texto viabilizou a articulação dos aspectos científicos, tecnológicos, sociais, políticos e ambientais relativos ao entorno dos mesmos.

Os resultados desses episódios mostram que os alunos participaram ativamente das discussões, elaborando hipóteses para as questões colocadas pelo professor ou pelos alunos com relação aos conteúdos referentes ao texto (ações argumentativas elaborativas).

Percebe-se ainda que os mesmos utilizaram vários questionamentos pertinentes ao texto, no sentido de esclarecerem dúvidas, ou mesmo discordarem ou colocarem em questão algumas colocações elaboradas a partir do texto, pelo professor ou mesmo pelos colegas (ações argumentativas questionadoras).

A motivação dos alunos pôde ser observada pelos momentos em que os mesmos inseriram novos elementos à discussão (ações argumentativas de inserção).

Em alguns momentos os alunos demonstraram interagirem com o texto, interpretando-o a fim de buscarem respostas para as questões colocadas, ou mesmo para questionar as colocações do texto. Em alguns momentos os alunos mostraram que não conseguiram interpretar o texto de forma adequada (ações argumentativas investigativas).

A ação argumentativa concordante surgiu em alguns episódios quando, a partir de um determinado argumento utilizado pelo professor ou por um determinado aluno, a partir das colocações do texto, algum colega demonstrava uma atitude favorável relativa a esse argumento. Quanto à categoria relacionada à reelaboração das idéias iniciais dos alunos, os resultados evidenciaram que ocorreram poucos desses momentos.

5.2.2. Características das argumentações docentes

As tabelas a seguir sintetizam a ocorrência das argumentações do professor referentes a cada capítulo do texto paradigmático.

Tabela 4 – Características das argumentações docentes – Capítulo I

CARACTERÍSTICAS DAS ARGUMENTAÇÕES DOCENTES		
Argumentação Retórica	Contextualização	Episódio 1 – momentos: não houve
		Episódio 2 – momentos: não houve
		Episódio 3 – momentos: 233
	Exposição	Episódio 1 – momentos: não houve
		Episódio 2 – momentos: não houve
		Episódio 3 – momentos: não houve
Argumentação Socrática	Fornecimento de pistas	Episódio 1 – momentos: não houve
		Episódio 2 – momentos: 64, 69, 71, 73, 87, 89, 139, 141
		Episódio 3 – momentos: 153, 155, 157, 197, 199, 201, 203, 206, 208, 245, 247, 254, 256, 258, 260, 262, 264, 266, 268, 270, 272, 275, 277, 279, 281
	Remodelamento	Episódio 1 – momentos: 31
		Episódio 2 – momentos: 110, 119, 124, 126, 143
		Episódio 3 – momentos: 249, 287
	Reespelhamento	Episódio 1 – momentos: não houve
		Episódio 2 – momentos: 67, 122
		Episódio 3 – momentos: 235
	Elucidação	Episódio 1 – momentos: não houve
		Episódio 2 – momentos: não houve
		Episódio 3 – momentos: 228, 230, 232
Argumentação Dialógica	De instigação	Episódio 1 – momentos: 1, 7, 15, 21, 23
		Episódio 2 – momentos: 32, 35, 37, 39, 62, 80, 85
		Episódio 3 – momentos: 144, 162, 166, 170, 174, 177, 179, 181, 186, 189, 197, 214, 235, 250, 252
	Contraposição	Episódio 1 – momentos: não houve
		Episódio 2 – momentos: não houve
		Episódio 3 – momentos: não houve
	Organização	Episódio 1 – momentos: não houve
		Episódio 2 – momentos: 131
		Episódio 3 – momentos: 242
	Recapitulação	Episódio 1 – momentos: não houve
		Episódio 2 – momentos: não houve
		Episódio 3 – momentos: não houve
	Recondução	Episódio 1 – momentos: não houve
		Episódio 2 – momentos: 43, 67, 137
		Episódio 3 – momentos: 233, 285
	Fala avaliativa	Episódio 1 – momentos: não houve
		Episódio 2 – momentos: 55, 77
		Episódio 3 – momentos: 149, 160, 168, 195

Nos episódios relativos ao Capítulo I, o professor praticamente não usou argumentações retóricas, optando por instigar os alunos a colocarem as suas opiniões, bem como por fornecer pistas para que os mesmos pudessem chegar à compreensão dos conceitos em questão. Essa postura do professor talvez se deva em virtude de que a sua preocupação, no presente capítulo, tenha sido a de explorar os conteúdos físicos emergentes das interações entre

alunos/texto/professor, articulando-os com os saberes dos estudantes. Com isso, o mesmo procurou, fundamentando-se nos modelos teóricos constituídos cientificamente, trabalhar os conceitos físicos partindo do conhecimento dos alunos, a fim de propiciar a compreensão dos mesmos de forma contextualizada. Essa postura do professor pode ter contribuído para que os estudantes pudessem compreender os fenômenos físicos de forma integrada aos aspectos sociais, tecnológicos e ambientais.

Tabela 5 – Características das argumentações docentes – Capítulo IV

CARACTERÍSTICAS DAS ARGUMENTAÇÕES DOCENTES		
Argumentação Retórica	Contextualização	Episódio 6 – momentos: não houve
		Episódio 7 – momentos: 186, 195
		Episódio 8 – momentos: 292
		Episódio 10 – momentos: 314, 315, 319, 321, 323
	Exposição	Episódio 6 – momentos: 182
		Episódio 7 – momentos: 197, 207, 258, 260, 262
		Episódio 8 – momentos: não houve
		Episódio 10 – momentos: 325
Argumentação Socrática	Fornecimento de pistas	Episódio 6 – momentos: não houve
		Episódio 7 – momentos: 191, 193, 241, 269, 274, 279, 281, 288
		Episódio 8 – momentos: não houve
		Episódio 10 – momentos: não houve
	Remodelamento	Episódio 6 – momentos: não houve
		Episódio 7 – momentos: 197
		Episódio 8 – momentos: não houve
		Episódio 10 – momentos: não houve
	Reespelhamento	Episódio 6 – momentos: 149, 170
		Episódio 7 – momentos: 250
		Episódio 8 – momentos: 298
		Episódio 10 – momentos: 314, 331, 333
	Elucidação	Episódio 6 – momentos: 155, 157, 159, 174, 178, 180
		Episódio 7 – momentos: 199, 201, 244, 246, 276, 283
		Episódio 8 – momentos: 302
		Episódio 10 – momentos: 337, 339, 341, 343
Argumentação Dialógica	De instigação	Episódio 6 – momentos: 133, 134, 145, 147, 172
		Episódio 7 – momentos: 187, 189, 203, 213, 220, 230, 233, 238, 246, 254, 256, 264, 267
		Episódio 8 – momentos: 296
		Episódio 10 – momentos: 312, 329
	Contraposição	Episódio 6 – momentos: não houve
		Episódio 7 – momentos: 211
		Episódio 8 – momentos: 298
		Episódio 10 – momentos: 317
	Organização	Episódio 6 – momentos: não houve
		Episódio 7 – momentos: 290
		Episódio 8 – momentos: não houve
		Episódio 10 – momentos: não houve
	Recapitulação	Episódio 6 – momentos: não houve
		Episódio 7 – momentos: não houve
		Episódio 8 – momentos: não houve
		Episódio 10 – momentos: não houve
	Recondução	Episódio 6 – momentos: não houve

		Episódio 7 – momentos: 254
		Episódio 8 – momentos: não houve
		Episódio 10 – momentos: não houve
	Fala avaliativa	Episódio 6 – momentos: 136, 138
		Episódio 7 – momentos: 225
		Episódio 8 – momentos: não houve
		Episódio 10 – momentos: não houve

Nos episódios relativos ao presente capítulo, o professor utilizou mais argumentações retóricas, bem como socráticas de elucidação ao trabalhar a evolução histórica dos conhecimentos científicos relacionada ao sistema solar. Foi possível perceber, nas colocações do professor, que o mesmo não tornou claro aos estudantes os limites de validade dos modelos teóricos revelados pelo contexto histórico, levando alguns alunos a acreditarem que qualquer teoria pode ser considerada cientificamente adequada para explicar os fenômenos relativos aos movimentos e à forma da Terra. Seria necessário que o professor tornasse claro aos estudantes que a elaboração dos modelos teóricos atualmente aceitos é estruturada em uma “rede de interconexões”, o que lhe assegura dinamismo, firmeza, coerência e uma visão inteligível do mundo, mesmo que em caráter provisório. O conhecimento do senso comum, comparado às referidas teorias, não apresentam o mesmo rigor metodológico que as mesmas.

Embora a intenção do professor tenha sido a de mostrar aos alunos que os modelos científicos não correspondem a “representações icônicas da realidade”, mas são construídos com o objetivo de interpretar a realidade, que é “complexa e dinâmica”, a maneira como o mesmo se colocou, pode ter levado alguns alunos à compreensão de que os mesmos poderiam “acreditar no que eles quisessem”, sem discernir com maior precisão entre os modelos científicos aceitos atualmente, daqueles já ultrapassados no decorrer da história. Destacamos, a seguir, alguns momentos relativos ao capítulo IV que podem exemplificar essa questão.

168. P: *Tem que discutir muito, não é fácil. Por exemplo, é fácil eu falar assim para você: a Terra tem um movimento de rotação em torno do seu eixo, e um de translação em torno do Sol, eu falo isso para você e você me fala: Ah bom!*

169. Luc2: *Tá bom! Mas e se não for?*

170. P: *Então, pode ser que não seja, não é?*

Tabela 6 – Características das argumentações docentes – Capítulo V

CARACTERÍSTICAS DAS ARGUMENTAÇÕES DOCENTES		
Argumentação Retórica	Contextualização	Episódio 1 – momentos: 3, 155, 157, 159
	Exposição	Episódio 1 – momentos: não houve

Argumentação Socrática	Fornecimento de pistas	Episódio 1 – momentos: 62, 77, 141, 143, 151
	Remodelamento	Episódio 1 – momentos: 40, 42, 147, 163
	Reespelhamento	Episódio 1 – momentos: 22, 24, 46, 77, 83, 98, 102, 104, 106, 109, 111, 122, 149, 151, 165, 170, 172
	Elucidação	Episódio 1 – momentos: 44, 55, 79, 104, 153
Argumentação Dialógica	De instigação	Episódio 1 – momentos: 1, 3, 57, 73, 106, 118, 130, 136
	Contraposição	Episódio 1 – momentos: 87, 89
	Organização	Episódio 1 – momentos: não houve
	Recapitulação	Episódio 1 – momentos: 167, 170
	Recondução	Episódio 1 – momentos: 42, 60, 100, 109
	Fala avaliativa	Episódio 1 – momentos: 20, 27, 34, 66, 70, 96, 120

No episódio selecionado relativo ao capítulo V, foi possível verificar que o professor utilizou com mais frequência a argumentação socrática de reespelhamento, a fim de se posicionar de forma favorável às colocações dos alunos. Isso pode ter ocorrido em virtude de o mesmo ter se sentido mais à vontade para tratar dos assuntos abordados no presente capítulo, uma vez que o problema levantado pelo texto, acerca do fim da possibilidade de vida na Terra devido ao aumento do Sol, levou os interlocutores a enfocarem os problemas ambientais e sociais provocados pelo homem. Com isso, o assunto fluiu de modo que alunos e professor colocaram as suas opiniões, levantaram hipóteses, sugeriram soluções, argumentaram e contra-argumentaram crítica e reflexivamente, destacando elementos que demonstraram que a atividade pode ter propiciado a formação dos alunos “dentro de uma concepção humanista abrangente” (BRASIL, 2002).

A partir das tabelas 4, 5 e 6 é possível observar que ocorreram poucas argumentações retóricas por parte do professor, especialmente no capítulos I. Considera-se que, em alguns momentos de muitos questionamentos discordantes e contraditórios por parte dos alunos, em que o professor não conseguiu levá-los à compreensão de alguns conceitos por meio de fornecimento de pistas, o mesmo poderia ter se utilizado de uma argumentação retórica de contextualização ou de exposição para mostrar claramente aos alunos as concepções científicas aceitas atualmente. Isso aconteceu especialmente no capítulo IV em que, em virtude de o professor não ter sido claro em suas colocações a respeito das idéias atualmente aceitas do ponto de vista científico, levou alguns alunos a acharem que eles poderiam acreditar no que eles quisessem.

Um fator que também pode evidenciar esse fato é que o professor pouco utilizou a argumentação socrática de remodelamento, bem como as argumentações dialógicas de contraposição, organização e recapitulação.

Uma característica positiva do professor é que, sempre, ao dar início a um episódio, procurou levar os alunos a explicitarem a suas opiniões, por meio de uma argumentação

dialógica de instigação, a respeito dos assuntos abordados no texto, levando-os, muitas vezes, a interagirem com o mesmo.

As categorias mais utilizadas pelo professor foram: dialógica de instigação, a fim de incentivar os alunos a colocarem as suas opiniões; socrática de fornecimento de pistas, com o propósito de dirigir o raciocínio dos alunos para algumas conclusões; socrática de reespelhamento, especialmente para autorizar a colocação de algum aluno.

Com relação à categoria relativa à fala avaliativa, também foi utilizada em alguns momentos pelo professor, a fim de compreender a lógica das argumentações utilizadas pelos alunos.

A categoria socrática de elucidação foi pouco utilizada no capítulo I, surgindo com maior frequência nos episódios relativos aos capítulos IV e V, talvez em virtude de os conteúdos trabalhados nos mesmos necessitarem de explicações mais detalhadas, especialmente o capítulo IV, em que foram trabalhados os modelos relativos à formação do sistema solar no decorrer da história da ciência.

Com relação à categoria dialógica de recondução, pode-se dizer que a mesma também não foi utilizada com muita frequência pelo professor, o que ocorreu em virtude de o mesmo ter considerado necessária a sua utilização apenas em alguns momentos em que os comentários dos alunos tomavam rumos desvinculados dos conteúdos relacionados à física ou mesmo dos aspectos relacionados à formação da cidadania. Nesses momentos, os alunos destacavam pontos do texto relacionados a acontecimentos banais ligados ao cotidiano dos mesmos. Em outros momentos, o professor se utilizou dessa categoria com o objetivo de trabalhar os conteúdos que ele mais dominava, pois neste tipo de atividade surgem perguntas inusitadas colocadas pelos alunos que, muitas vezes, o professor não sabe responder. Quando isso ocorria, nem sempre o professor assumia o seu desconhecimento sobre o assunto, preferindo reconduzir a discussão, de modo a regular e estabelecer limites para as mesmas. Em termos gerais, considera-se que o professor viabilizou aos alunos condições para que os mesmos interagissem com o texto, refletissem e participassem ativamente da atividade. A motivação proporcionada pelos assuntos abordados no texto foi eminente.

5.3. Algumas considerações a respeito das relações que permearam as argumentações discentes e docente

Comparando-se as três tabelas referentes às argumentações docentes, foi possível verificar que ocorreram diferenças significativas nos argumentos do professor com relação aos domínios trabalhados.

No Capítulo I, em que o enfoque foi dado aos conteúdos científicos no ensino de Física, o professor quase não utilizou argumentações retóricas, assumindo com maior frequência argumentações socráticas. Das relações dialógicas, a mais frequente foi a de instigação. Nesse capítulo, o professor demonstrou estar mais preocupado com a compreensão dos estudantes acerca dos conteúdos físicos em questão, sem questionar os limites de validade das teorias científicas apontadas historicamente. Com isso, assumiu predominantemente uma abordagem comunicativa interativa/de autoridade, conduzindo o raciocínio dos alunos, por meio de perguntas e respostas, a fim de levá-los a conclusões específicas. Com relação ao padrão de interação, pode-se dizer que o professor utilizou com maior frequência o discurso polêmico, decorrente de uma polissemia controlada, a fim de dar espaço para o aluno em seu discurso, colocando-se, ele mesmo, como ouvinte "do próprio texto e do outro", viabilizando assim, a "dinâmica da interlocução" (ORLANDI, 2001), mas procurando direcionar as discussões para os seus objetivos instrucionais. Neste capítulo, o professor procurou valorizar o aluno, partindo, muitas vezes, das idéias que suscitaram dos mesmos, buscando a negociação de significados, a fim de promover a aprendizagem significativa crítica.

Ao trabalhar o Capítulo IV, cujo enfoque foi dado aos conteúdos relativos à história da ciência, houve maior incidência de argumentações retóricas por parte do professor. Das argumentações socráticas, o mesmo utilizou mais frequentemente a de fornecimento de pistas e a de elucidação. Nesse capítulo, o professor ressaltou o caráter dinâmico e provisório dos conhecimentos científicos, questionando os limites de validade das teorias científicas revelados no contexto histórico. O mesmo demonstrou a preocupação em viabilizar aos alunos a percepção do referido caráter da ciência, a fim de levá-los à conscientização de que os modelos científicos não correspondem a verdades absolutas.

O professor demonstrou ainda a preocupação em oportunizar aos alunos, a "visão de ciência como um produto coletivo e não exclusivamente como produtos de desenvolvimentos individuais" (MEDEIROS, 2000, p.116), o que também é evidenciado na abordagem do texto. Entretanto, em virtude da dificuldade de compreensão dos modelos científicos trabalhados no texto no decorrer da história, o professor teve que assumir, predominantemente, um discurso retórico, mas não de autoridade, uma vez que o mesmo procurou, nesses momentos, promover o envolvimento dos alunos com os temas abordados, mantendo o espaço sempre aberto para as colocações dos estudantes, portanto, para o fluxo de comunicação. Sendo assim, com relação às abordagens comunicativas assumidas pelo professor na dinâmica das interações, observou-se a ocorrência de abordagem interativa/dialógica, interativa/de autoridade e não-interativa/de autoridade, bem como padrões

discursivos polêmicos e lúdicos, intercalando-os de acordo com os posicionamentos dos alunos, bem como com os objetivos do professor.

Ao trabalhar o Capítulo V, em que o enfoque foi dado às relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, a argumentação mais utilizada foi a dialógica, seguida da socrática, especialmente a de reespelhamento. Com isso, considera-se que neste capítulo houve uma maior incidência do discurso lúdico, uma vez que o assunto em questão propiciou que os alunos colocassem as mais variadas sugestões para a preservação do ser humano, mediante a possibilidade da destruição do planeta Terra em virtude do aumento do Sol. As atribuições de significados presentes nessa discussão viabilizaram a articulação dos aspectos científicos com a evolução tecnológica, ressaltando-se os pontos positivos e negativos, do ponto de vista social e ambiental, vinculados a essa evolução. Assim, com relação à abordagem comunicativa, observou-se a predominância da interativa/dialógica, uma vez que alunos e professor exploraram idéias, estabeleceram hipóteses e sugeriram soluções para os problemas colocados em questão.

Mediante a análise de todos os episódios relativos aos capítulos I, IV e V, é possível observar que durante a dinâmica de interação, o professor utilizou vários tipos de abordagens comunicativas, tais como interativa/dialógica, interativa/de autoridade e não-interativa/de autoridade. Entretanto, mesmo em alguns momentos em que o mesmo trabalhou dentro dessa última abordagem, o espaço permaneceu aberto no decorrer de toda a atividade para que os alunos colocassem as suas idéias. Isso refletiu na postura dos alunos que, mesmo ao se depararem com um padrão discursivo de autoridade por parte do professor, não se sentiram constrangidos em explicitarem os seus argumentos, contra-argumentos, ou mesmo em colocarem novos elementos a serem discutidos. Isso denota que o professor não assumiu um comportamento arbitrário e radical, qualquer que tenha sido o padrão discursivo utilizado pelo mesmo (lúdico, polêmico ou de autoridade).

Mediante essa premissa, é possível perceber que houve diferenças significativas nas argumentações do professor referentes aos domínios enfocados em cada capítulo analisado na presente pesquisa (da ciência, da história da ciência e da relação ciência, tecnologia, sociedade e ambiente). Embora os diferentes padrões discursivos utilizados pelo professor, o mesmo procurou manter, no decorrer de toda a atividade, uma relação dialógica com os alunos, valorizando a participação dos mesmos, abrindo espaços para as suas colocações. Essa postura do professor influenciou nas ações argumentativas dos alunos, pois que os mesmos elaboraram hipóteses sem medo de “errar”, inseriram elementos variados e inéditos às discussões, questionaram várias colocações dos alunos, do professor, ou mesmo do texto, concordaram

com outras colocações, interagiram com o texto a fim de esclarecerem dúvidas ou levantarem questões relevantes, bem como reelaboraram algumas de suas idéias iniciais.

Embora tenha ocorrido todas as formas de ações argumentativas por parte dos estudantes, comparando-se as tabelas 1, 2 e 3 (Capítulo 5.2.1), foi possível perceber que em todos os referidos capítulos, as ações argumentativas mais freqüentes foram as elaborativas, questionadoras e de inserção. As ações argumentativas investigativa, concordante e reelaborativa também surgiram, no entanto, com menor freqüência. Percebe-se assim, que não houve diferenças significativas nas argumentações dos alunos em função dos domínios trabalhados em cada capítulo, em virtude da maior incidência dos mesmos padrões discursivos no decorrer de toda a atividade. Esse fator pode indicar que a interação entre o professor, os alunos e o texto viabilizou a participação ativa dos alunos nas discussões, inserindo elementos, elaborando hipóteses e questionamentos relevantes para o contexto, o que é condição fundamental para a ocorrência de um episódio de ensino (MOREIRA, 2000).

Contudo, embora os alunos tenham demonstrado poucas ações argumentativas investigativas e reelaborativas, não implica que a referida interação tenha sido insatisfatória. O fato de a ação investigativa não ter ocorrido com muita freqüência pode indicar que, embora a mesma nem sempre tenha ocorrido diretamente entre alunos e texto, essa argumentação se deu freqüentemente de forma indireta, por meio das colocações do professor, o que levou os alunos a explicitarem as suas idéias acerca dos conteúdos trabalhados no texto, constituindo-se assim a relação entre os estudantes e o texto.

Com relação à ação argumentativa reelaborativa, considera-se que uma das condições para que a mesma se estabeleça é mediante justificativas de pontos de vista que se opõem à idéia do aluno, por parte de outros alunos ou do professor, a fim de convencê-lo da viabilidade desses pontos de vista, o que demanda que se estabeleça um fluxo de comunicação que remeta a uma negociação de significados entre os alunos e o professor. Analisando-se os episódios selecionados na presente pesquisa, foi possível verificar a ocorrência desses momentos.

Entretanto, um outro fator sugere que a incidência desse tipo de ação argumentativa poderia também ter se dado em outros momentos da atividade. Esse fator está vinculado à pouca diretividade do professor em certos trechos da atividade, em que o mesmo precisaria ter assumido uma postura retórica, colocando-se de modo mais explícito. Um exemplo que pode ser citado com relação a essa postura do professor é que houve momentos em que o mesmo não dava importância às respostas adequadas, do ponto de vista científico, colocadas pelos alunos.

Entretanto, dava muita importância às respostas inadequadas, mas nem sempre para tentar levar o aluno a reelaborar a sua hipótese inicial. Essa atitude do professor foi considerada inadequada, pois acredita-se que, em alguns momentos, é fundamental que o professor utilize argumentações retóricas, a fim de levar os alunos a perceberem pontos discordantes e incoerentes em seus argumentos, em termos científicos.

Mediante essa premissa, considera-se que, por meio de seus argumentos, os alunos demonstraram que estabeleceram relações entre as novas informações e os seus conhecimentos prévios de forma crítica e reflexiva. Isso sugere a ocorrência de aprendizagem significativa por parte dos mesmos, mostrando interesse e motivação em participarem ativamente das discussões, com grande negociação de significados. Acredita-se que esse resultado tenha sido decorrente da utilização do texto “Nosso Universo” por meio de uma abordagem que propiciou aos alunos a compreensão dos conteúdos de forma contextualizada e articulada com competências de outras áreas, bem como com o saber dos alunos, uma vez que viabilizou discussões acerca dos conteúdos em questão, de modo a instrumentalizar os estudantes para que possam atuar reflexiva e criticamente em seu meio social.

Nesse contexto, considera-se que a atividade envolvendo a “relação triádica” entre o professor, os alunos e o texto Nosso Universo, propiciou aos alunos contextos de aprendizagem significativa crítica acerca dos conhecimentos abordados no texto e trabalhados no decorrer da atividade. Os resultados da presente pesquisa mostraram-se consistentes com os princípios que fundamentam a ocorrência da referida aprendizagem, uma vez que a interação social entre os alunos e o professor, mediados pelo texto, a partir da negociação de significados por meio da troca constante de perguntas relevantes, viabilizou que os alunos demonstrassem vários momentos de aprendizagem significativa crítica, relacionando de forma não arbitrária e substantiva os novos conhecimentos com os seus conhecimentos prévios.

Esses resultados indicam ainda que o texto Nosso Universo mostrou-se “potencialmente significativo” para os alunos, aguçando a curiosidade e o interesse dos mesmos, de modo que vários estudantes demonstraram relacionar os conteúdos abordados no mesmo com os conhecimentos presentes em sua estrutura cognitiva. Esse fator vinculado ao papel mediador do professor, provendo situações problemáticas de modo a estimular a relação dialógica, bem como o fato de os alunos estarem dispostos a aprenderem, participando ativamente das discussões, por meio de perguntas relevantes, elaborando argumentações, contra-argumentações, bem como inserindo novos elementos e problemas que surgiam a partir de suas interpretações e atribuições de significados, resultou na facilitação da aprendizagem significativa crítica.

5.4. Análise da avaliação dos alunos sobre a atividade

Os comentários relativos às avaliações escritas dos alunos sobre a atividade elaborada foram utilizados para destacar os pontos positivos e negativos da mesma, bem como foi avaliada se a aplicação do presente texto, com a mediação do professor, proporcionou aos alunos uma visão mais contextualizada dos conteúdos relativos à Física, viabilizando a articulação entre os referidos conteúdos e os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais.

Aluno	Avaliação do aluno	Comentários
Hel	Gostei das aulas com os textos e achei interessante a metodologia utilizada, pois foi implantado um sistema de aula totalmente diferente do que até no momento eu havia presenciado em sala de aula. Sáímos do marasmo das velhas fórmulas de Física e mergulhamos dentro do “nós achamos” e do “nós sabemos”, mas percebi que nada sabemos e o que achamos é diferente do que outros colegas de classe acha. Hoje consigo comparar o conhecimento em física a uma colméia, pois ao lançar uma questão o professor nos faz colocar nossas idéias e em meio ao debate de idéia entre a classe, descobrimos que o resultado da questão é o conjunto de todas as opiniões lapidadas. Existem vários pontos positivos, entre eles o despertar de nossa auto confiança, pois até então existia a concepção de que o único a saber era o professor e o aluno estava apenas para aprender. São vários fatores importantes a destacar, na minha opinião a integração de idéias entre os alunos, o estímulo a auto confiança, o conduzir do professor em nos fazer dar nossas opiniões e principalmente a metodologia quanto a memorização de fórmulas físicas através de exemplos práticos. Com certeza uma metodologia a ser implantada, pois o professor consegue inverter o sistema de ensino, ensinando o aluno a formular perguntas e questionar o mundo em que vive.	Hel considerou a metodologia utilizada importante para melhorar a auto-estima dos alunos, demonstrando que se sentiu estimulado em participar da atividade por meio de perguntas e questionamentos, sem medo de “errar”. Destacou vários aspectos positivos, tais como: - passou a valorizar as idéias colocadas pelos colegas, percebendo a importância do debate para a reelaboração de conceitos inicialmente inadequados; - a superação da idéia de que o professor é o dono do saber e os alunos receptáculos do conhecimento; - passou a encarar a Física de uma forma diferente, articulando-a com o seu dia-a-dia; - em sua declaração sobre a importância da interação entre as idéias dos alunos, encontra-se implícito a valorização da relação entre professor, aluno e texto, pois, sem a postura adequada do professor mediante a leitura do texto, o resultado poderia ser outro; - sugeriu que a metodologia utilizada na presente pesquisa, em que o texto “Nosso Universo” foi usado como elemento mediador da interação entre professor e alunos, fosse “implantada”, talvez pelo sistema.
Pri	Gostei muito das aulas que tivemos. Foram muito bem	Pri demonstrou ter aprovado a

	aproveitadas e bem esclarecidas, tive muitas dúvidas e procurei prestar a maior atenção. A aula obteve muita participação. Soubemos compreender e respeitar o professor quando falávamos das estrelas. A classe ficou à vontade, mesmo tendo este trabalho como uma participação e visando o aluno os seus conceitos. Fiquei muito feliz porque foi uma aula bastante criativa e ao mesmo tempo dinâmica.	metodologia utilizada pelo professor, por meio de textos, bem como a postura do mesmo, mediando a atividade a fim de levar os alunos a participarem sem medo de fazerem colocações inadequadas.
Luc2	Bem a aula é muito interessante, menos a parte de ser filmada. É que eu não gosto de aparecer, fora isto tudo bem. Com a aula aprendemos a fazer perguntas mesmo não tendo respostas exatas, aprendemos a discutir a questão e ouvir a opinião do colega.	O ponto crucial levantado por Luc2, refere-se ao fato de a mesma ter percebido o quanto é importante os alunos questionarem, discutirem e respeitarem as opiniões uns dos outros.
Wag	Eu pessoalmente acho que foi uma experiência muito produtiva, as aulas de física ficaram mais gostosas e o pessoal curtiu muito. Gostei muito do texto e do diálogo de Dédalo e Ícaro. Até acho que Dédalo era o professor de Ícaro, que tentou fazer uma experiência com o aluno. Se tivéssemos mais aulas assim, acredito que nós iríamos entender mais sobre a física ou qualquer outra matéria. Essas aulas de física atraíram muito os alunos porque saiu do tradicional, e o pessoal gosta muito mais de dialogar, debater do que escrever e calcular.	Wag valorizou a utilização do texto como estratégia metodológica, demonstrando ter sentido motivação em aprender a partir da interação entre os alunos e o texto, com a mediação do professor.
Cle	Esta foi a minha primeira vez em que eu tenho aulas assim. Acho mais aproveitável, é uma aula em que realmente preencheu minha atenção e de meus colegas. No começo me senti meio tímido, mas já fui me soltando, entramos em debates esclarecendo aquelas dúvidas em que havia em mim. No princípio tinha muitas dúvidas sobre o nosso sistema solar, mas agora vejo com mais clareza. Aprendi sobre a gravidade de cada planeta, em que a Terra não é o centro do universo e sim o Sol (na minha lógica). Espero em ter mais aulas assim, achei mais aproveitável.	Cle demonstrou interesse e motivação em aprender, mediante a utilização do texto em questão, por meio de uma abordagem dialógica. O seguinte comentário deste aluno “a Terra não é o centro do universo e sim o Sol (na minha lógica)” pode demonstrar que não ficou bem claro para o mesmo, nas discussões estabelecidas em sala de aula, que o Sol é o centro do universo. Isso pode ter ocorrido em virtude da postura do professor, de não explicitar claramente as idéias científicas aceitas atualmente. Este aluno também sugeriu que este tipo de atividade fosse utilizada em outras aulas.
Mar	As aulas foram maravilhosas, porque nós adquirimos mais conhecimento sobre a física que não conhecíamos. Eu aprendi mais sobre a física que eu achava muito complicada, porque eu não entendo muito de cálculos matemáticos. Todas as apostilas foram muito legais. Que bom que foi desenvolvido esse projeto na nossa classe! Como seria bom se todas as aulas de física fossem assim. Eu me diverti muito com meus colegas de classe.	As declarações de Mar podem denotar que a abordagem de conteúdos físicos por meio de textos, pode levar o aluno a uma maior compreensão dos conceitos em questão. Outra contribuição do texto é que, mesmo tendo sido trabalhado fórmulas, parece não ter sido um procedimento traumático para a aluna.

Kat	Comecei a me interessar nas aulas de física agora, pois este trabalho com o texto que o professor está fazendo é muito interessante pelo seu jeito de explicar, pelo seu interesse para com os alunos. Agora comecei a entender física e com isso me fez prestar mais atenção. - Pontos positivos: Todas aulas são aproveitadas, os alunos se empolgam e faz com que o rendimento da aula faz ter o sucesso que está. Parabéns professor, continue assim. - Pontos negativos: Não existe pontos negativos como já escrevi, esta aula está 100%.	Kat destacou, especialmente, a postura do professor, que aliado ao texto, pôde despertar nos alunos o interesse pela física e a conseqüente motivação em aprender.
Oli	Se deu a entender o porque achar que tudo era rotina, o café, as aulas. O que Ícaro gostava mesmo era de esportes, que para ele nunca era rotina. Outra coisa que o surpreendeu muito foi: o dizer que somos de restos de estrelas. A velocidade dos cometas, coisas como o imaginar de um sonho espacial. O girar da cadeira abrindo e fechando os braços, aumentando a velocidade do giro. O chegar até a lua. Muito interessante vários seres humanos ficam a imaginar como seria lá na lua. Será que a Terra gira em torno do Sol ou o Sol gira em torno da Terra? Podemos perceber que o movimento de rotação da Terra em torno de si mesma faz com que ela receba a luz solar em uma de suas metades, enquanto na outra não. Assim, numa das faces da terra será dia e na outra, noite.	Oli não deu a sua opinião sobre a atividade como um todo, mas levantou alguns pontos do texto que foram marcantes para o mesmo, o que pode evidenciar a sua interação com o texto.
Fab	Aulas totalmente no quadro, onde o aluno não tem acesso a ver como as coisas aconteceram, entram por uma orelha e sai pela outra, porque as fórmulas de resolução das contas as pessoas apenas decoram e não aprendem o fundamental, o princípio. Aulas que fazem o aluno a pensar no que acontece e no que influi na sua vida, as pessoas discutem o tema e aprendemos mais, muito mais que se fizéssemos contas sem saber como ver acontecer, a aceleração, a inércia e outras teorias que aprendemos durante a vida. Sobre as aulas que tive neste ano de 2004, as aulas de Física se destacaram pelo método do professor que usou a historinha de Ícaro para explicar como iniciou o pensamento dos primeiros pensadores de Física do mundo, usando uma linguagem atual e cotidiana que compreendemos com facilidade. Nessas aulas ensina-se não soa a Física como matéria e sim como instrumento da vida cotidiana das nossas vidas. Nessas aulas foi diferente do que as aulas totalmente demonstrativas que não dá para absorver as teorias nas suas essências.	Fab criticou o modelo tradicional de ensino, em que os alunos não participam e, especificamente com relação à Física, apenas decoram fórmulas sem nenhum significado para os mesmos. O aluno destacou como aspectos positivos o uso de textos dentro de uma abordagem dialógica proporcionada pelo professor. Demonstrou ter valorizado o uso da história da ciência, percebendo as mudanças relativas às teorias científicas no decorrer da história. Mostrou ainda que a metodologia utilizada proporcionou que mesmo estabelecesse a articulação entre os conceitos físicos e o seu cotidiano.
Tat	Minha opinião é que eu achei a aula muito proveitosa, uma aula que eu nunca tive, nós podemos discutir todas as questões, uma a uma e isso é importante para nós porque mudamos um pouco a rotina de nossas aulas e elas passam a ser aulas divertidas.	Tat destacou a motivação proporcionada pela abordagem dialógica utilizada pelo professor, levando os alunos a discutirem os temas em questão.

Ric	Minha opinião é que foram as aulas diferentes de todas elas, o pessoal prestava mais a atenção e a hora passava mais rápido por ser uma aula diferente.	Ric demonstrou o interesse que a presente atividade despertou nele. Embora o mesmo tenha tido uma participação ativa, com comentários relevantes no decorrer da atividade, parece que o mesmo não tem muita facilidade em escrever ou não teve tempo para elaborar as suas opiniões sobre a atividade.
Luc1	Essas aulas com textos são muito interessantes e com a atitude do professor podemos aprender muito mais do que podemos imaginar, porque assim podemos no mesmo instante aprender e ensinar com todos comentando ao mesmo tempo, podemos entender melhor o texto e assim as pessoas prestam mais atenção na aula e o silêncio toma conta da classe. Por esse motivo adorei as aulas, por ter sido diferente de qualquer outra aula. Só tem um ponto negativo onde estávamos discutindo sobre a Terra, se ela gira ou não gira e não chegamos a conclusão nenhuma.	O comentário de Luc1 demonstrou que a mesma valorizou o uso de textos, vinculado à postura dialógica do professor, proporcionando discussões e mediando a articulação entre os alunos e o texto. Entretanto, a mesma levantou a evidência de que o professor, em alguns momentos da atividade, não foi explícito em suas colocações, uma vez que não ficou claro para esta aluna se a Terra gira ou não.
Mur	Achei que foi uma boa forma de ensino. Através da leitura das apostilas surgiram muitas curiosidades e assuntos importantíssimos. Era aí que o professor explorava as perguntas e nós alunos debatíamos sobre elas. Nós ouvimos opiniões de todos de cada assunto e pudemos participar, dar opiniões e aprender mais para tirar nossas dúvidas. Seria interessante o senhor continuar utilizando esse método de ensino. Aprender sobre a Terra, os planetas, o Sol, saber que muitos cientistas dedicaram seus estudos para pesquisas deste porte, creio que tirou muitas dúvidas que eu tinha. Eu gostaria muito de mais aulas com os temas que foram dados.	Mur destacou a relevância do uso de textos aliado à postura do professor que procurou explorar as idéias dos alunos, promovendo debates entre os mesmos. Destacou a importância do conhecimento da história da ciência e a sua motivação em aprender mais sobre os temas abordados no texto.
Lúc	As atividades desenvolvidas pelo professor na sala de aula foram construtivas, porque sentamos em círculo e debatemos os assuntos elaborados pelo professor. Assim, pudemos todos nós juntos prestar a atenção e entrar nas histórias que nós lemos.	Lúc destacou a importância da interação entre professor, alunos e texto.

Analisando-se o presente instrumento de análise, foi possível verificar que o uso do texto, aliado à postura dialógica assumida pelo professor, despertou interesse e motivação em aprender Física por parte dos alunos. Alguns deles demonstraram que gostariam que este tipo de atividade, ou seja, a utilização de textos dentro de uma abordagem dialógica fosse aplicada com maior frequência e em várias disciplinas.

É importante destacar que a postura do professor é determinante para que este tipo de atividade dê resultados positivos no sentido de promover nos alunos o interesse e a motivação em participar e aprender. Assim, se não houver a mediação do professor, mediante a interação entre o

aluno e o texto, pode ocorrer de a leitura não despertar nos alunos o mesmo interesse e motivação proporcionada, mediante a intervenção do professor. Desse modo, cabe ao professor, incentivar a participação dos alunos, viabilizando discussões e reflexões sobre os assuntos destacados, o que se torna possível mediante uma abordagem dialógica.

Entretanto, ressalta-se ainda que, se o texto não fosse potencialmente significativo, despertando o interesse dos alunos e não tivesse uma linguagem compreensível, mesmo com a postura do professor, motivando a participação dos alunos, o resultado poderia ter sido diferente. Desse modo, cabe ressaltar a importância do tripé professor, alunos e texto, de modo que o professor atue de forma a dar espaço para que os alunos se coloquem sem medo de errar, que, por sua vez, precisam manifestar a intenção e o interesse em aprender e que o texto seja interessante de modo a despertar o interesse dos alunos pelas questões abordadas no mesmo.

Em consequência dessa relação entre esses três fatores, surgiram vários aspectos positivos destacados pelos alunos em suas avaliações escritas. Um desses aspectos sugere que a atividade contribuiu para despertar nos mesmos o prazer em estudar Física, uma vez que esse tipo de atividade pode tornar os seus conteúdos significativos, por relacioná-los com o cotidiano dos alunos, levando-os a compreender o porquê de estudar Física.

Outro aspecto que os alunos destacaram como significativo foi o uso da História da Ciência em aulas de Física, demonstrando que a atividade viabilizou que os mesmos percebessem o caráter provisório dos conhecimentos científicos. Entretanto, consideramos que a postura do professor em alguns momentos, especialmente no capítulo IV, ao tratar de aspectos históricos, levou os alunos a acreditarem que qualquer teoria tem o mesmo peso das teorias científicas, o que foi evidenciado em algumas declarações de alguns alunos, tais como:

Hoje consigo comparar o conhecimento em física a uma colméia, pois ao lançar uma questão o professor nos faz colocar nossas idéias e em meio ao debate de idéia entre a classe, descobrimos que o resultado da questão é o conjunto de todas as opiniões lapidadas (citação do aluno Hel)

Será que a Terra gira em torno do Sol ou o Sol gira em torno da Terra? (citação do aluno Oli)

Só tem um ponto negativo onde estávamos discutindo sobre a Terra, se ela gira ou não gira e não chegamos a conclusão nenhuma. (citação da aluna Luc1)

Aprendi sobre a gravidade de cada planeta, em que a Terra não é o centro do universo e sim o Sol (na minha lógica). (citação do aluno Cle)

Essas evidências mostram que a postura do professor, ressaltando em vários momentos que não existem “verdades”, sem destacar de forma clara as teorias científicas aceitas atualmente, foi inadequada. Embora seja importante abordar o caráter dinâmico e provisório dos conhecimentos científicos, é imprescindível que o professor estabeleça de forma clara os modelos científicos aceitos atualmente, a fim de que o aluno possa discernir entre esses e os modelos já ultrapassados abordados no texto, bem como perceber que as idéias do senso comum nem sempre são coerentes com as idéias científicas. A atitude do professor, não se posicionando claramente com relação aos modelos aceitos atualmente, levou alguns alunos à dúvida acerca do que “acreditar”, destacando-se ainda que a citação do aluno Hel, acima colocada, sugere que o mesmo compreendeu que todas as opiniões são válidas do ponto de vista científico. Não se trata, porém, de classificar uma ou outra teoria como “correta”, mas é imprescindível que o professor torne claro para os alunos quais são as teorias aceitas atualmente pela comunidade científica.

Assim, é importante que o professor argumente que as teorias científicas atuais têm maior consistência, comparadas ao conhecimento do senso comum (PATY, 2002), bem como ao conhecimento científico que deixou de ser inteligível no decorrer da história. Com isso, colocamos o seguinte argumento a fim de questionar a referida postura do professor: consideramos como parte dos objetivos do ensino de Física, trabalhar as teorias e conceitos científicos atuais, a fim de levar o aluno à compreensão de que os mesmos têm maior plausibilidade do que o conhecimento do senso comum, embora o aluno possa conviver com os dois conhecimentos sem conflitos, utilizando cada um de acordo com o contexto em que o aluno estiver inserido.

Embora esse ponto contraditório, essas avaliações dos estudantes podem demonstrar que o uso do presente texto pode levar o aluno a uma melhor compreensão dos conhecimentos científicos, deixando de encarar a Física como um “bicho de sete cabeças”, uma vez que, o caráter histórico, interdisciplinar e científico do texto, pode levá-lo a uma visão mais abrangente e significativa dos seus conteúdos.

Mediante as considerações traçadas anteriormente, pode-se dizer, com relação ao tripé professor/aluno/texto, que ocorreu essa interação e que a mesma foi fundamental para motivar os alunos a explicitarem as suas idéias no decorrer da atividade, bem como promover a aprendizagem significativa crítica demonstrada pelos mesmos.

Em entrevista o professor declarou que essa classe em que foi aplicada a atividade relativa à presente pesquisa, era muito criticada na sala dos professores pelos mesmos. No entanto,

com a utilização do texto “Nosso Universo”, mediante uma abordagem dialógica, a participação e o interesse dos alunos foi geral.

5.5. Análise das avaliações dos alunos

Para a realização da análise das avaliações dos alunos, pretende-se avaliar se a metodologia utilizada, ou seja, a utilização do texto "Nosso Universo", com a mediação do professor, proporcionou episódios de ensino que contribuíram para a compreensão dos conceitos trabalhados por parte dos alunos, sob a ótica da aprendizagem significativa crítica. Para tal, escolhemos as questões relativas aos episódios trabalhados referentes ao Capítulo I (todos), IV (6, 7, 8 e 10) e V (1) do referido texto. Assim, analisamos a seguir, todas as questões trabalhadas na avaliação do Capítulo I, a questão de número 2 trabalhada na avaliação do Capítulo IV, as questões de número 1 e 2 trabalhadas na avaliação do Capítulo V e a questão de número 2 trabalhada na avaliação final relativa à atividade.

5.5.1. Análise das questões relativas ao Capítulo I

Questão 1: Considere o trecho abaixo retira do Capítulo I do texto Nosso Universo: Enquanto ouve a música, acaba pegando no sono e começa a sonhar. Naquele momento o que parecia ser real transpunha-se para o mundo do imaginário, e começava a viajar pelo universo. - Nossa! Meu corpo criou asas, será que estou sonhando? Esse trecho refere-se à viagem de Ícaro pelo espaço sideral. Você acha que seria possível Ícaro bater as asas e voar no vácuo? Por quê?	
ALUNOS	RESPOSTAS DOS ALUNOS
Hel	Não seria possível, porque para voar ele precisa deslocar o ar e como ele estava no vácuo ele não conseguiria deslocar o ar para voar.
Pri	É impossível Ícaro voar lá no espaço, porque lá ele não conseguiria respirar por causa da falta da atmosfera.
Luc2	O pássaro consegue voar só através do ar, então Ícaro só através do ar com suas asas batendo conseguiria o impulso para voar e não lá no espaço.
Wag	Não é possível porque não existe ar no espaço e sem ar ele não voa.
Cle	Não é possível, porque no espaço não existe oxigênio e nem gravidade.
Mar	Não, porque lá ele não vai conseguir respirar e não tem vento para ele voar.
Kat	Eu acho que não é possível porque no espaço não tem gravidade.
Oli	Acho que sim pela compressão do ar de baixo para cima e de cima para baixo.
Fab	Não, porque no espaço não existe meio físico e Ícaro não conseguiria voar, mas poderia flutuar.
Ric	Eu acho que não porque não tem ar nem para respirar e nem para bater as asas.
Luc1	Eu acho que não porque no espaço não tem como ele dar o impulso para

	voar porque não tem ar.
Mur	É impossível porque ele não conseguiria o impulso para voar sem o ar.
Tat	Ausente
Lúc	Ausente

O aluno Hel demonstrou, em sua resposta, ter estabelecido relações entre o fenômeno vôo e a necessidade do ar para que o mesmo aconteça. Sua resposta mostrou-se consistente com as suas colocações em sala de aula no decorrer da atividade.

Assim, esse aluno (Hel) demonstrou claramente, no decorrer da atividade e em sua resposta, a compreensão do fenômeno e a articulação entre os elementos que fundamentam a ocorrência do mesmo, o que demonstra que a atividade viabilizou ao mesmo uma aprendizagem significativa crítica acerca do referido conceito.

Pri não estabeleceu a relação entre o fato de Ícaro bater as asas e a necessidade do ar para que houvesse a possibilidade de voar, o que foi indicado na pergunta. Entretanto, a mesma relacionou essa impossibilidade com outro fator não especificado na pergunta, a impossibilidade de respirar no vácuo. Em sala de aula, a mesma demonstrou alguma compreensão do fenômeno, elaborando a hipótese de que o motor do pássaro é o coração, o que pode estar implícito que a aluna admitiu a existência de uma relação entre o vôo do pássaro e o vôo do avião. Entretanto, como essa aluna, em sala de aula, não foi muito clara em suas argumentações relativas ao fenômeno vôo, bem como em sua resposta à presente questão, a mesma não estabeleceu a relação entre os elementos necessários para a ocorrência do referido fenômeno, considera-se que não houve indícios suficientes para classificar se houve uma aprendizagem significativa crítica do referido conceito por parte da mesma.

Mar estabeleceu a mesma relação que Pri, relacionando ainda a necessidade do “vento” para a ocorrência do vôo. A utilização do termo vento pode denotar que a mesma entende que se o ar estiver parado não é possível voar. Em sala de aula, a mesma lançou uma hipótese mítica atribuindo a Deus a causa do fenômeno vôo, que defendeu até o fim das discussões não tendo assim, reelaborado a sua hipótese inicial.

A postura de Mar em sala de aula, vinculada às suas respostas à questão do vôo, podem sugerir que não ocorreu uma aprendizagem significativa crítica acerca do referido fenômeno e das variáveis que o influenciam. Isso pode ter ocorrido em virtude de os argumentos utilizados pelo professor e pelos alunos em sala de aula, bem como desenvolvidos no texto, não serem potencialmente significativos para a mesma, ou mesmo que essa aluna não apresentou predisposição em aprender, o que pode ter se dado por questões ideológicas, que são reflexos das estruturas sociais em que a mesma está inserida.

Em suas respostas, os alunos Mur, Luc2 e Luc1, além de relacionarem o fenômeno vôo com a necessidade do ar, inseriram um novo elemento aos seus argumentos, ao estabelecerem a relação entre os referidos elementos e o conceito de impulso. Wag e Ric relacionaram o referido fenômeno com a necessidade do ar, entretanto Ric também se referiu à necessidade do ar para que Ícaro pudesse respirar. Esses alunos, em sala de aula, não participaram das discussões, não evidenciando assim a compreensão do referido fenômeno. Entretanto, as suas respostas à presente pergunta sugerem a ocorrência de aprendizagem significativa crítica, uma vez que os mesmos podem ter compreendido o referido fenômeno, relacionando-o aos elementos que o envolvem.

Cle não deixou clara a intenção que teve ao estabelecer a relação entre o referido fenômeno e o oxigênio, uma vez que o aluno pode ter relacionado esse elemento à necessidade de Ícaro respirar ou bater as asas. O fato de o aluno ter relacionado o fenômeno também com a gravidade, pode ter se dado em virtude de esses assuntos terem sido tratados na mesma aula, o que o levou a estabelecer um vínculo entre os mesmos. Entretanto, a sua participação no decorrer da aula com relação a esse fenômeno foi muito significativa, pois o mesmo levantou questões relevantes colocando novos elementos para a discussão. Desse modo, pode-se considerar que existem evidências de que ocorreu aprendizagem significativa crítica, pois o aluno demonstrou ter estabelecido relações entre o fenômeno e os elementos relacionados ao mesmo.

Embora no decorrer da atividade, Kat tenha demonstrado concordar com os argumentos do aluno Hel sobre o fenômeno vôo, a sua resposta não se mostrou coerente com a sua postura em sala de aula. Desse modo, a relação estabelecida pela aluna entre o fenômeno vôo e a gravidade pode ter ocorrido em virtude desses assuntos terem sido tratados na mesma aula, o que a levou a estabelecer um vínculo entre os mesmos. Com isso, embora a aluna não tenha demonstrado uma compreensão do fenômeno do ponto de vista científico, consideramos que a relação estabelecida pela aluna pode ser um indício de que houve aprendizagem significativa crítica.

Oli demonstrou não ter compreendido a questão, pois respondeu considerando a presença do ar e na pergunta foi colocada a existência do vácuo como fator determinante. Esse aluno, no decorrer da atividade, fez algumas argumentações importantes sobre o vôo, referindo-se à necessidade da diferença de pressão nas asas do avião para que o mesmo possa voar. Sendo assim, considera-se que durante a aula o mesmo demonstrou uma aprendizagem significativa crítica, pois suas colocações sugerem que o mesmo estabeleceu relações de modo a demonstrar a compreensão do fenômeno em questão. Entretanto, analisando-se a sua resposta

à presente questão, bem como as suas colocações em sua avaliação escrita sobre a atividade, pode-se considerar a possibilidade desse aluno apresentar dificuldades em interpretar o que lê.

Fab demonstrou uma aprendizagem significativa crítica ao estabelecer a relação entre os elementos necessários para a ocorrência do fenômeno vôo, inserindo ainda o elemento flutuação no contexto em questão. A sua resposta reitera a sua compreensão do fenômeno, já demonstrada em suas argumentações em sala de aula.

Questão 2: Com relação ao sonho de Ícaro, por que a sensação de leveza aumentava quando ele se afastava da Terra?	
ALUNOS	RESPOSTAS DOS ALUNOS
Hel	Porque a gravidade ia diminuindo conforme ele ia se afastando da Terra, mas quando ele começou a se aproximar da Lua ele sentiu diminuir a sensação de leveza porque ele entrou no campo gravitacional da Lua.
Pri	Porque ele ia ficando mais leve, mais longe da Terra mais leve ele ficava.
Luc2	Porque o campo gravitacional foi diminuindo ao se afastar da Terra.
Wag	Por causa da gravidade, quanto mais longe da Terra ele sentia mais sensação de leveza.
Cle	Por causa que ele ficava mais leve quando ia saindo da Terra.
Mar	Eu acho que ele ficava cada vez mais leve porque a Terra ia puxando cada vez mais fraco.
Kat	A gravidade foi ficando cada vez menor e por causa disso ele foi sentindo uma leveza maior.
Oli	Eu acho que por causa que o peso dele ia ficando menor, porque o peso depende da gravidade.
Fab	Porque o campo gravitacional vai diminuindo quanto mais longe ele ia ficando da Terra.
Ric	Porque a gravidade foi diminuía enquanto ele se afastava da Terra.
Luc1	Eu acho que quanto mais longe, mais fraco a Terra puxava ele.
Mur	Conforme ele se afastava da Terra o campo gravitacional ia diminuindo e o seu peso ia ficando menor.
Tat	Ausente
Lúc	Ausente

As respostas dos alunos Hel, Fab e Ric sugerem a ocorrência de uma aprendizagem significativa crítica, uma vez que os mesmos demonstraram a compreensão da relação de proporcionalidade entre campo gravitacional e distância. Com isso, esses alunos reiteraram a compreensão demonstrada em sala de aula, o que se deu por meio de sua interação com o texto, bem como com o professor e os colegas. A atuação dos mesmos em sala de aula, aliada as suas respostas apresentadas para a presente questão, denota claramente que houve uma compreensão do conceito em questão por parte desses alunos.

As respostas dos alunos Pri, Luc2, Wag, Cle, Luc1 e Mur, também sugerem que houve uma aprendizagem significativa crítica por parte dos mesmos, pois que, os mesmos demonstraram a compreensão da relação de proporcionalidade entre campo gravitacional e distância. No decorrer da atividade, enquanto Pri, Wag, Luc1 e Mur não participaram das discussões referentes a esse conceito, Luc2 lançou uma argumentação associando a atração gravitacional à atração magnética e Cle demonstrou a compreensão do conceito de gravidade, ao dizer que se não fosse a gravidade, as águas presentes na superfície da Terra, flutuariam.

Mar e Kat demonstraram a compreensão da relação de proporcionalidade entre campo gravitacional e distância implicitamente, pois não se utilizaram da palavra “distância”, mas indutivamente, foi possível perceber que as mesmas se referiram a uma diminuição da gravidade conforme Ícaro se distanciava da Terra. Outro atributo atribuído pelas mesmas é a questão da “leveza”, denotando que as alunas relacionaram a diminuição da gravidade com o fato de o personagem da história se sentir mais leve. Essas relações podem sugerir uma aprendizagem significativa crítica por parte das referidas alunas. No decorrer da atividade, Mar não participou das discussões relativas a esse conceito, mas Kat participou por meio de ações argumentativas concordantes, completando a frase do aluno Cle com a palavra “flutuando”, quando o mesmo afirmou que sem a gravidade toda a água da Terra iria “sair”, bem como por meio de uma ação argumentativa questionadora ao afirmar: “eu gostaria de saber o que é gravidade”.

Nas discussões em sala de aula, Oli apresentou uma ação argumentativa elaborativa meio confusa, relacionando trabalho com gravidade, ao explicitar a sua opinião sobre a necessidade ou não do motor para voar: “A gravidade e o trabalho forçado. Têm coisas que trabalham com gravidade e têm outras que trabalham com um sistema forçado, e o avião, no caso, é um sistema forçado, porque tem motores, no caso eu acho isso”. Esse comentário ocorreu no episódio 2 da atividade 1. Como as discussões sobre gravidade se deram no episódio 3, em que o aluno não se manifestou sobre o assunto, a sua resposta a essa questão pode sugerir uma aprendizagem significativa crítica, uma vez que o mesmo talvez tenha compreendido a relação de proporcionalidade entre campo gravitacional e distância, demonstrando a compreensão do conceito de peso ao estabelecer a relação entre peso e gravidade. Embora o mesmo tenha dado a resposta sem se referir à distância, considera-se a mesma adequada do ponto de vista científico.

Questão 3: Se um astronauta saltar na Lua (der um impulso para cima) ele volta para o chão? Esse salto do astronauta na Lua é mais rápido ou mais devagar do que na Terra? Por quê?	
ALUNOS	RESPOSTAS DOS ALUNOS

Hel	O astronauta volta para o chão, mas mais devagar porque na Lua a gravidade é menor, pois sua massa é menor.
Pri	Eu acho que volta mais devagar porque ele parece mais leve na Lua.
Luc2	Acho que volta, mas parece que em câmara lenta porque na lua puxa menos.
Wag	Volta mais devagar, porque o campo gravitacional é menor.
Cle	Se é que o homem foi na Lua, eu acho que ele volta mais devagar porque tem menos gravidade.
Mar	Não sei muito bem não. Acho que cai mais devagar.
Kat	Eu lembro que o senhor explicou que na Lua tem menos gravidade, então ele vai pular mais devagar.
Oli	Ele volta mais devagar porque a força que a Lua puxa ele é menor.
Fab	Ele volta ao chão, mas como a massa da Lua é menor a força gravitacional é menor, então é mais devagar.
Ric	Mais lento porque a gravidade é menor.
Luc1	Eu acho que volta, e pelo que eu vi na televisão é mais devagar, mas não se porque.
Mur	O astronauta salta e volta para o chão mais devagar, porque a gravidade é menor. A massa da Lua sendo menor a gravidade também é menor.
Tat	Ausente
Lúc	Ausente

As respostas dos alunos Hel, Fab e Ric sugerem que houve uma aprendizagem significativa crítica, uma vez que os mesmos demonstraram a compreensão dos conceitos em questão, ao estabelecerem a relação de proporcionalidade entre a gravidade e a massa, de modo que as suas respostas foram consistentes com as suas argumentações em sala de aula, em que também demonstraram a compreensão dos referidos conceitos por meio da interação com o professor, alunos e texto.

No decorrer da atividade, Pri, Wag e Kat não apresentaram nenhuma argumentação sobre o assunto. Entretanto, em sua resposta, Pri descreveu o fenômeno de forma adequada, não apresentando a sua causa. Ao dizer que o astronauta parece “mais leve”, acredita-se que a mesma se referiu à massa do corpo, não estabelecendo a relação entre o peso do corpo e atração gravitacional. Com isso, consideramos que não há indícios suficientes que sugiram uma aprendizagem significativa crítica por parte da aluna. Wag e Kat relacionaram o fenômeno (saltar mais devagar) com a sua causa (porque na Lua a gravidade é menor) de forma adequada do ponto de vista científico. Considera-se assim, que pode ter ocorrido uma aprendizagem significativa crítica por parte dos mesmos, uma vez que demonstraram a compreensão dos referido conceitos a partir das discussões que ocorreram em sala de aula.

Durante a atividade, Luc2 e Oli não apresentaram nenhuma argumentação sobre o assunto, a não ser a hipótese, um tanto confusa, apresentada por Oli, já citada na questão anterior (2). Entretanto, esses alunos apresentaram o fenômeno de modo adequado,

apresentando uma hipótese adequada, embora utilizando-se de uma terminologia inadequada do ponto de vista científico. Os mesmos poderiam ter citado a causa de a Lua “puxar menos”. Mesmo assim, considera-se que houve indícios de aprendizagem significativa crítica relativa aos conceitos em questão, a partir das discussões ocorridas em sala de aula.

Em sala de aula foi possível perceber que o aluno Cle utilizou-se de uma ação argumentativa elaborativa adequada do ponto de vista científico, ao lançar a hipótese do que ocorreria com a água na Terra caso não houvesse a gravidade. Entretanto, o referido aluno também utilizou de uma argumentação cientificamente inadequada ao questionar: “Será que não é a atmosfera da Terra que não deixa a Lua chegar perto da Terra?”. Em sua resposta à presente pergunta, embora Cle tenha questionado o fato de o homem ter ido à Lua, o mesmo apresentou o fenômeno e sua causa adequadamente em termos científicos, demonstrando a compreensão do conhecimento em questão, o que pode denotar uma aprendizagem significativa crítica, uma vez que o mesmo reelaborou os seus conceitos mediante a sua interação no contexto da sala de aula.

Não houve argumentação por parte das alunas Mar e Luc1 no decorrer da atividade acerca desse assunto. Embora em suas respostas à presente questão elas tenham apresentado o fenômeno com uma certa insegurança, as mesmas não estabeleceram a causa do mesmo. As suas respostas talvez se devam ao fato de já terem observado algum astronauta na Lua por meio da televisão ou mesmo pelo fenômeno ter sido discutido em sala de aula. Entretanto, pela maneira como as alunas responderam à presente questão, considera-se que não houve indícios suficientes para afirmar se houve ou não uma aprendizagem significativa crítica acerca dos conceitos em questão.

Embora Mur não tenha argumentado no momento das discussões em sala de aula, o mesmo apresentou o fenômeno e a sua causa de forma adequada do ponto de vista científico, demonstrando a compreensão da relação de proporcionalidade entre massa e gravidade, o que pode ser uma evidência de aprendizagem significativa crítica.

Questão 4: Por que um planeta tem maior gravidade do que outro?	
ALUNOS	RESPOSTAS DOS ALUNOS
Hel	Porque o campo gravitacional depende da massa do planeta. Quanto maior a massa, maior a gravidade.
Pri	Depende do tamanho, quanto maior o planeta maior a gravidade.
Luc2	Eu acho que é porque depende da massa dele.
Wag	É que quanto maior a massa do planeta, maior é o campo gravitacional.
Cle	O planeta maior é mais pesado e mais puxa as pessoa.
Mar	Eu acho que é porque o mais grandão puxa mais que os menor.
Kat	É que nem a pergunta da Lua. Lá tem menos gravidade porque tem massa

	pequena. Então planeta de massa menor tem menos gravidade.
Oli	O peso estável do planeta que manda. Quanto maior o peso estável, maior a força da gravidade.
Fab	Porque depende da massa do planeta. Quanto menor a massa, menor a gravidade.
Ric	A gravidade depende da massa do planeta. Maior gravidade é porque tem maior massa.
Luc1	Mais massa mais gravidade.
Mur	O campo gravitacional depende da massa, então quanto menor a massa do planeta menor será a sua gravidade.
Tat	Ausente
Lúc	Ausente

Com relação à presente questão, considera-se que todos os alunos demonstraram uma aprendizagem significativa crítica, uma vez que estabeleceram a relação entre o campo gravitacional com a massa do planeta. Entretanto, percebe-se que alguns alunos não utilizaram a terminologia adequada do ponto de vista científico ao se referirem à massa, de modo que Pri, Cle e Mar se referiram ao tamanho do planeta, enquanto Oli usou a terminologia “peso estável” para se referir à massa.

As respostas dos alunos Hel, Ric, Cle e Fab à presente questão foram consistentes com os seus argumentos no decorrer da atividade, em que também demonstraram evidências de aprendizagem significativa crítica.

5.5.2. Análise das questões relativas ao Capítulo IV

Questão 2: Das idéias elaboradas pelos filósofos a respeito do nosso sistema solar, cite uma que você considera inválida e uma que você considera válida.	
ALUNOS	RESPOSTAS DOS ALUNOS
Hel	Uma das idéias que eu acho inválida é a de Aristóteles em que a Terra seria o centro do Universo. Eu acho válida as idéias de Kepler em que as órbitas dos planetas em torno do Sol são elípticas e o Sol ocupa um dos focos da elipse.
Pri	Inválida: A garantia que o Universo havia nascido de uma bolha de fogo. Válida: As idéias de Giordano Bruno que o Universo é infinito e que a Terra não está no centro do Universo.
Luc2	Inválida: Que acreditava que a Terra fosse um disco que emergiu das águas eternas em que flutuava. Válida: Que o céu permanecia imóvel e que a Terra se movia em círculo e girava ao mesmo tempo sobre o seu eixo. (Aristarco de Samos)
Wag	Válido: O sistema heliocêntrico. Inválido: O sistema geocêntrico.

Cle	Inválida: Anaximandro garantia que o Universo tinha nascido de uma bolha de fogo. Válida: Que a Terra não é o centro do Universo, mas sim o Sol.
Mar	Inválido: Que a Terra é um disco que emergiu das águas eternas em que flutuava. Válida: A que era com névoa ou nuvem e depois a água que com a condensação formava a Terra que estaria permanentemente em movimento.
Kat	Para mim uma idéia inválida é a que Filolau acreditava que o 10 era o número da perfeição, por isso o Universo deveria ter dez corpos celestes. Uma válida é a de Galileu Galilei que dizia que o Sol é o centro do Universo e não a Terra.
Oli	Eu acho que é válido: o movimento da Terra em torno de si mesma. Mas eu fiquei em dúvida se é válido é que a Terra gira em torno do Sol ou o Sol gira em torno da Terra.
Fab	Uma das idéias que eu achei inválida é que a Terra era plana e, sobre ela, tinha uma abóboda celeste feito de estanho; o Sol, a Lua, os planetas e as estrelas se moviam entre a Terra e essa abóboda, seguindo os desgnos dos deuses. A idéia válida é a idéia do sistema heliocêntrico de Copérnico.
Ric	Válidas são as Leis de Kepler e inválida é a idéia de Aristóteles que colocava a Terra como o centro do Universo.
Luc1	Eu não sei bem o que é válido ou não. Na nossa discussão não consegui entender se a Terra gira ou não gira.
Mur	A idéia de Galileu de que a Terra gira em torno do Sol é válida, mas ele teve que desistir dela para não morrer. A idéia de Anaximandro de que o universo nasceu de uma bola de fogo e a Terra flutuava no centro cercada por círculos de fogo envoltos em névoa, através dos quais rolavam os corpos celestes é muito louca.
Tat	Acredito que é válida a idéia de Aristarco de Samos que colocou o Sol como o centro do universo e os planetas em movimento orbital ao seu redor e é inválida a idéia de Aristóteles de que os corpos celestes giravam em torno de uma Terra imóvel.
Lúc	Válida eu achei a idéia de Kepler de que as órbitas dos planetas em torno do Sol são elípticas e o Sol ocupa um dos focos destas elipses. Inválida eu achei a idéia de que a Terra era plana, senão a gente caía no fim dela.

Mar apresentou como idéia válida uma teoria inadequada atualmente do ponto de vista científico. A mesma destacou a idéia de Anaxímenes como válida, porém de forma incompleta. Isso pode ser decorrente da postura do professor durante a atividade, não tornando

claro aos alunos os modelos atualmente aceitos pela comunidade científica acerca da formação do sistema solar.

Oli e Luc1 demonstraram não ter compreendido que o texto apresentou as mudanças das idéias sobre o sistema solar no decorrer dos séculos, mostrando muitas teorias que já foram aceitas no passado pela comunidade científica, destacando também a teoria cientificamente adequada atualmente. Por outro lado, o professor ao trabalhar o texto, não deixou claro para os alunos qual a teoria é aceita como correta atualmente pela comunidade científica. Assim, as respostas desses alunos podem ter sido decorrentes dessa postura do professor.

Considera-se ser importante que o professor mostre aos alunos que não existem verdades absolutas, mas é imprescindível que o mesmo destaque as teorias aceitas atualmente como corretas para que os alunos possam distingui-las. Sendo assim, a postura do professor enquanto mediador do texto histórico com o aluno é fundamental para que o mesmo possa compreender o caráter dinâmico e provisório das teorias científicas no decorrer da história.

Os outros alunos destacaram teorias válidas e inválidas de modo coerente, discernindo as idéias já ultrapassadas das idéias concebíveis pela ciência atualmente, o que pode indicar uma aprendizagem significativa crítica por parte dos mesmos.

5.5.3. Análise das questões relativas ao Capítulo V

Questão 1: Em 100 anos houve um grande avanço tecnológico. Você acha que esse avanço foi benéfico para o ser humano? Comente a sua opinião.	
ALUNOS	RESPOSTAS DOS ALUNOS
Hel	O avanço tecnológico ao mesmo tempo que trouxe coisas positivas também trouxe coisas negativas. Algumas coisas negativas são a poluição, a contaminação dos rios com lixo tóxico das fábricas, o desemprego, porque muitos homens foram substituídos pelas máquinas. Mas também muitas coisas boas vieram com o avanço tecnológico, como os aparelhos eletrodomésticos, as pessoas podem se comunicar com facilidade. O que deve ser feito para acabar com o desemprego é investir na educação para preparar melhor as pessoas para os empregos que são oferecidos e muitas vezes não tem mão de obra qualificada.
Pri	O avanço foi benéfico, mas muitas coisas tem que ser adaptadas para que as pessoas não fiquem desempregadas porque foram substituídas por máquinas.
Luc2	Tem muitos pontos benéficos, mas também gerou muito desemprego porque muitas pessoas foram trocadas por uma máquina.
Wag	Foi muito benéfico. O Brasil tem que acompanhar o avanço que ocorre no

	mundo. Se não fosse o avanço tecnológico não teria vacinas e muita gente morreria, não teria o conforto dentro de casa, teria que cortar lenha para cozinhar. Tem gente que acha que não é bom porque gerou desemprego, mas ninguém mais quer cortar cana, as pessoas preferem trabalhar em indústrias. É só o governo apoiar a abertura de bastante indústrias em muitas cidades.
Cle	Eu acho que está gerando muito desemprego, porque a máquina está substituindo os homens. Tem muitas coisas boas que o pessoal falou que aconteceu por causa do avanço tecnológico, como as vacinas, mas então teria que resolver o problema do desemprego.
Mar	Eu acho que foi bom, mas também foi ruim por causa do desemprego.
Kat	Eu acho que foi benéfico em muitas coisas, mas a única coisa que foi ruim foi o desemprego por que um monte de gente é mandada embora para ser substituída por uma máquina.
Oli	Foi benéfico, trazendo bastante facilidade para a vida das pessoas, mas também tem o desemprego que gerou trocando muitos homens por uma máquina. O certo é investir em indústria para criar empregos para todos.
Fab	Trouxe muitos benefícios e é importante que continue melhorando a tecnologia, senão a gente vai ficando para trás. Para resolver o problema do desemprego o governo teria que investir mais na educação para que as pessoas tenham mais oportunidades de crescimento para poder trabalhar em lugares melhores.
Ric	Eu acho que foi muito importante. O progresso trouxe muito conforto, só que infelizmente não para todos. O que aconteceu é que o pobre ficou mais pobre e o rico ficou mais rico. Então tem que resolver esse problema social, mas o avanço tecnológico não pode parar.
Luc1	Eu acho que trouxe coisas boas, mas também muito desemprego e isso é muito ruim.
Mur	Eu acho que o avanço tecnológico foi muito importante. Existem pontos negativos, como o desemprego, como por exemplo, quem cortava cana e perdeu o emprego. Isso pode ser resolvido com educação para o povo para que as pessoas possam desenvolver a capacidade de trabalhar em outras coisas. Precisa também investir em tecnologias que acabem com a poluição, com o efeito estufa e outros problemas.
Tat	O avanço tecnológico trouxe muitos pontos positivos como foi discutido na aula, mas a questão do desemprego é muito grave porque as pessoas que perdem o emprego porque são substituídas por máquinas não tem escolaridade, então como elas vão arrumar outro emprego? Só se o governo investisse muito em educação e criação de indústrias.
Lúc	Na discussão na aula eu percebi que muitas coisas boas aconteceram por causa do avanço tecnológico, mas também muitas coisas ruins como o

	desemprego. É como o professor falou, se as pessoas não pensassem só em ter lucro muitas pessoas seriam mantidas no emprego, mas não é assim que acontece.
--	--

Os alunos Hel, Wag, Oli, Fab, Ric, Mur e Tat demonstraram que a discussão do episódio 1 (capítulo V) contribuiu para que os mesmos refletissem sobre os fatores benéficos associados ao avanço tecnológico. Esses alunos colocaram propostas para a solução dos problemas gerados em virtude do referido avanço, relacionando-os aos aspectos sociais, políticos, educacionais e ambientais, o que demonstrou que o uso do texto “Nosso Universo”, com a mediação adequada do professor, pode propiciar aos alunos o desenvolvimento dos mesmos enquanto cidadãos ativos, críticos e éticos (MEC, 2005, p.11).

Quanto aos outros alunos, os mesmos demonstraram que perceberam os aspectos positivos do avanço tecnológico. Entretanto, comentaram sobre o desemprego gerado em virtude desse avanço sem refletir e apresentar possíveis soluções para o referido problema.

No decorrer do episódio 1, do capítulo V, Hel e Kat já haviam demonstrado preocupação com relação aos problemas de falta de água e suas conseqüências. Hel ressaltou ainda o problema da poluição. Fab ressaltou o problema do desmatamento e Cle direcionou a assunto para o problema do desemprego decorrente da existência dos computadores. Nesse mesmo episódio, os alunos Wag, Mur e Hel mostraram a necessidade do avanço tecnológico, o que foi decisivo nas respostas de muitos alunos à presente questão, uma vez que os mesmos eram contra esse avanço. Os mesmos passaram a ver os dois lados (positivo e negativo) do referido avanço, de modo que alguns passaram até a apresentar possíveis soluções, especialmente para o problema do desemprego.

Considera-se assim que os argumentos de todos os alunos sugerem a ocorrência de contextos de aprendizagem significativa crítica, demonstrando que a atividade viabilizou a formação dos alunos enquanto cidadãos críticos e reflexivos.

Questão 2: Se a sua massa aqui na Terra é igual a 50 kg, na Lua ela terá o mesmo valor? E quanto ao seu peso, é o mesmo na Terra e na Lua?	
ALUNOS	RESPOSTAS DOS ALUNOS
Hel	A massa vai ser a mesma na Terra e na Lua, mas o peso vai ser diferente. Na Lua a pessoa fica mais leve (menor peso) porque a gravidade é menor.
Pri	Eu acho que na Lua a pessoa fica mais leve, mas eu não lembro qual dos dois que não muda. Acho que é a massa.
Luc2	Acho que vou pesar menos de 50 kg na Lua.
Wag	A massa é a mesma, mas o peso muda porque a gravidade não é igual.

Cle	Eu acho que fica mais leve na Lua, então se eu subir na balança na Lua vai da menos que 50 quilos.
Mar	Eu não sei, mas acho que a Lua puxa mais fraco então eu vou pesar menos que 50 kg.
Kat	Pelo que eu lembro das aulas, acho que a massa é igual e o peso muda.
Oli	O quilo é um peso estável, não muda. Então a minha massa na Lua continua sendo 50 kg, mas o peso depende da gravidade.
Fab	A massa continua 50 kg, mas o peso vai mudar porque a Lua tem menor gravidade.
Ric	A gravidade na Lua é menor então o peso será menor, mas a massa será 50 kg mesmo.
Luc1	Eu acho que vou ficar mais leve, vou pesar uns 30 kg, como a gente vê os astronautas parecendo que estão nas nuvens.
Mur	A massa é constante, mas o peso depende do campo gravitacional que na Lua é menor, então o peso é menor.
Tat	Pelo que eu entendi, massa e peso são diferentes, mas eu não sei quem fica igual na Lua.
Lúc	Agora eu sei que kg é massa e que massa é diferente de peso, mas não sei se a massa muda na Lua.

Optamos por analisar as respostas dos alunos à presente questão em virtude de o conceito de massa e peso terem sido trabalhados no capítulo I, embora também tenham sido trabalhados em outros episódios e capítulos não analisados neste trabalho de pesquisa.

Os alunos Hel, Wag, Oli, Fab, Ric, Mur demonstraram a compreensão de que massa e peso são conceitos distintos, bem como de que a massa é constante e o peso varia com a gravidade local. A resposta de Kat denotou que a aluna pode ter tido a mesma compreensão dos referidos alunos, embora tenha demonstrado uma certa dúvida em sua resposta. Os alunos Oli, Hel e Wag já haviam demonstrado em sala de aula, no episódio 5 do capítulo II, a compreensão de que a massa se mantém constante e que o peso varia com a gravidade local. Com isso, as respostas desses alunos sugerem uma aprendizagem significativa crítica por parte dos mesmos.

Luc2, Cle, Mar, Luc1 demonstraram não discernir massa e peso de um corpo, afirmando que vão ficar “mais leves” ou “pesar menos” referindo-se ao valor da massa. As respostas desses alunos demonstram que não houve uma aprendizagem significativa crítica por parte dos mesmos com relação aos conceitos em questão.

Pri também declarou que ficaria “mais leve” na Lua, entretanto, ao dizer que não sabia qual das duas grandezas se manteria constante, demonstrou ter compreendido que há uma diferença entre os referidos conceitos, o que já havia demonstrado em sala de aula (episódio 2, capítulo V). Ao dizer “talvez a massa”, demonstrou uma evolução em relação a sua declaração em sala de aula. Tat e LúC demonstraram a compreensão da existência de uma diferença entre massa e peso de um corpo, mas não sabiam qual seria essa diferença e qual deles se manteria constante. Essa resposta de LúC pode denotar que o mesmo modificou o seu conceito de massa e peso, uma vez que durante o episódio 2 do capítulo V, o mesmo não discernia essas duas grandezas. Desse modo, considera-se que pode ter ocorrido uma aprendizagem significativa crítica por parte desses alunos, uma vez que as suas respostas sugerem que, a partir das relações estabelecidas entre as suas idéias prévias e as discussões em sala de aula, os mesmos atribuíram novos significados para os referidos conceitos.

5.5.4. Análise de uma questão da avaliação final relativa ao Capítulo V

A questão seguinte foi retirada da avaliação final por ser condizente com os assuntos abordados no Capítulo V.

Questão 2: No decorrer da leitura dos capítulos III e V, do texto Nosso Universo, foi gerada uma discussão acerca do problema da escassez de água potável em nosso planeta. Imagine que você fosse uma autoridade com poderes para resolver, mesmo que em parte, esse problema. Apresente uma medida racional que você tomaria para resolver o referido problema. Descreva também o que cada um de nós pode fazer, enquanto cidadão, a fim de contribuir para minimizar esse problema.	
ALUNOS	RESPOSTAS DOS ALUNOS
Hel	Se eu fosse uma autoridade e pudesse resolver o problema, eu investiria em tecnologia para transformar água salgada em água doce e colocaria um valor limite para o consumo de água. Quem gastasse mais do que o valor limite pagaria multas altas e teria a água cortada, como aconteceu na época do apagão. Essa medida já levaria cada um a contribuir, mesmo as pessoas que não estão nem aí para o problema da água.
Pri	Eu acho que faria uma lei que obrigasse todo mundo a economizar água. Aí todo mundo teria que cumprir senão pagaria de alguma forma.

Luc2	Foi falado nas aulas em uma máquina para tirar o sal da água, talvez fosse uma solução. O que eu posso fazer é economizar água em casa não lavando a calçada, tomando banho rápido.
Wag	Tem uma máquina que tira o sal da água do mar, mas é um alto investimento. Mas mesmo assim, se eu tivesse poderes, investiria nisso, porque eu acho que é a única solução. Agora cada um pode contribuir economizando água em casa.
Cle	Na aula eu fiquei sabendo que já inventam uma máquina que pode fazer a água do mar ficar pura. Disseram que é caro, mas eu investiria em tecnologia para tornar essa máquina mais barata. Em vez de investir em coisas não tão importantes, investiria nisso que é vital para nós. Eu decretaria também uma lei para fazer o povo economizar água.
Mar	Eu não sei o que faria se eu fosse uma autoridade, talvez obrigasse as pessoas a economizar água, do jeito que aconteceu com a luz, que o povo foi obrigado a economizar, senão pagava multa e ficava sem luz.
Kat	Se eu tivesse poderes para isso eu ia incentivar o uso daquela máquina que os meninos falaram que transforma água do mar em água doce. Com relação a cada um, eu economizaria água em casa e conversaria com todas as pessoas que eu conheço para economizarem também.
Oli	Eu sei que existe uma máquina que transforma água salgada em água pura pela evaporação. Eu ia investir nisso. E também cobrava uma multa de quem gastasse muita água.
Fab	Existe uma máquina que dessaliniza a água do mar. Nos Estados Unidos tem que são abastecidas por água dessalinizada do mar, mas é muito caro. Mesmo assim, talvez seja esta a saída para a falta de água. E para fazer cada um contribuir eu faria como na época que teve a ameaça do apagão. Eu colocaria um limite para o consumo de água e quem passar do limite recebe uma multa alta e ainda fica sem água.
Ric	Eu usaria aquela máquina que o pessoal falou para transformar água salgada em água doce e colocaria multa para quem gastasse muita água.
Luc1	Eu faria o que o governo fez para obrigar o povo a economizar energia. Colocaria um valor máximo para gastar e quem gastasse mais do que esse valor pagaria multa e ficaria sem água por um tempo.
Mur	Existe uma máquina que tira o sal da água fazendo a destilação da água, mas nesse processo a água perde as suas propriedades, ou seja, nesse processo vai retirar os minerais da água e a gente vai tomar uma água artificial. Mas se só tiver essa opção então eu usaria essa máquina para a gente não morrer de sede. Decretaria também uma lei obrigando o povo a economizar água.
Tat	Eu faria uma lei obrigando as pessoas a economizarem água, proibindo de lavar as calçadas, etc.

Lúc	Talvez eu obrigasse as pessoas e economizarem água através de uma lei ou multando quem gastasse acima de um tanto de água.

Os alunos Hel, Luc2, Wag, Cle, Kat, Oli, Fab, Ric e Mur se referiram à utilização da máquina que dessaliniza a água do mar, transformando-a em água potável. Isso mostra o interesse dos alunos no decorrer da atividade, bem como a interação entre os mesmos.

Além disso, nesta resposta, todos os alunos demonstraram que o uso do texto “Nosso Universo”, aliado a uma postura dialógica do professor, promovendo a interação entre alunos/texto/professor, pode propiciar o “desenvolvimento do educando como um cidadão ativo, crítico e ético” (MEC, 2005, p.11).

Essa relação triádica entre o professor, os alunos e o texto Nosso Universo, pode ter gerado um episódio de aprendizagem significativa crítica, implicando que o uso do referido texto aliado à postura do professor, provendo situações problemáticas frutíferas que estimularam a relação dialógica, gerando discussões e incentivando os alunos a colocarem as suas argumentações, pode ter levado os alunos ao interesse em aprender. Esse interesse dos alunos é uma das condições fundamentais para a ocorrência da aprendizagem significativa crítica por parte dos mesmos.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Em vários momentos relativos aos episódios, foi possível perceber que os significados atribuídos pelos alunos foram determinados “pelas posições ideológicas que estão em jogo no processo sócio-histórico” (PÊCHEUX, 1997, p.160) em que são produzidos, evidenciando que a formação discursiva deriva de uma determinada formação ideológica, que determina o que cada aluno diz a partir das convenções sociais particulares dentro dos padrões culturais e ideológicos em que o mesmo está inserido.

É interessante, como exemplo, comentar que todas as colocações de Mar evidenciaram a sua postura religiosa, buscando sempre explicações de caráter mítico, tais como: “foi Deus quem criou tudo”. Essa aluna demonstrou não admitir a coexistência de explicações religiosas e científicas, como se para acreditar em Deus, seja necessário desprezar o conhecimento científico. A mesma não mostrou interesse sequer em refletir acerca de qualquer argumento que fosse de encontro aos sentidos de referência determinados pelas formações ideológicas em que a mesma encontra-se inscrita. A maior evidência referente a essa sua postura ocorreu ao declarar que para ela, foi Deus quem criou tudo e “fim de papo”. Esse exemplo foi uma evidência de que os argumentos que justificaram os pontos de vista da aluna Mar foram decorrentes da ideologia, que corresponde ao “reflexo das estruturas sociais” (BAKHTIN, 1995) relativas ao contexto que a mesma vivencia. Em vários momentos, no decorrer da atividade, foi possível identificar esse tipo de ocorrência.

Assim, destacamos que a atividade oportunizou a percepção da multiplicidade de sentidos por parte dos alunos, argumentando e defendendo os seus pontos de vista, o que propiciou um discurso heterogêneo ou polifônico. Esse fator pode explicar o porquê de, em alguns momentos, os alunos terem estabelecido relações diferentes das esperadas pelo professor, a partir das informações colocadas por ele, ou mesmo pelo texto, evidenciando que as interpretações ou atribuições de significados dos alunos resultam de suas concepções prévias, constituindo-se, assim, de maneiras não uniformes (BENJAMIN, 2000; MOREIRA, 2000).

Essas considerações apontam para o importante papel da linguagem no contexto da sala de aula, uma vez que o foco das atenções encontra-se no fluxo de comunicações estabelecidas no decorrer do processo de interação entre o professor e os alunos, mediados pelo texto “Nosso Universo”. Foi possível perceber que, em alguns momentos de alguns episódios, quando os alunos não se manifestavam, o professor colocava problemas, por meio de perguntas

ou de argumentações retóricas a fim de levar os alunos a explicitarem as suas idéias e, com isso, dar início ao processo interativo.

Observou-se ainda que, no início de vários episódios, o professor abriu espaço para que os alunos se colocassem e dirigissem a discussão. Em alguns desses momentos, os mesmos explicitaram assuntos relacionados ao texto vinculados a sua vida social ou aos conteúdos físicos abordados no texto, por meio de questionamentos relativos aos mesmos. Em outros momentos, os alunos se mantiveram em silêncio. Na ocorrência desses últimos, o professor, a fim de dar início ao fluxo de comunicação ou mesmo de direcionar o assunto a ser trabalhado, procurou, por meio de perguntas, destacar temas relevantes contidos no texto.

Essas observações evidenciam que, embora o professor tenha iniciado muitos episódios com uma pergunta, direcionando assim o assunto a ser discutido, o mesmo mediou a leitura sem a utilização de uma postura autoritária, levando os alunos à construção dos sentidos dentro de uma perspectiva polifônica.

Entretanto, a ação diretiva do professor também se fez necessária, em alguns momentos, por meio de uma postura interativa de autoridade (MORTIMER e SCOTT, 2002), conduzindo os alunos por meio de uma seqüência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico, em outros momentos, por meio de argumentações retóricas, com o objetivo de trabalhar alguns conceitos mais abstratos, ou conceitos que o professor acreditava que os alunos não tinham, em sua estrutura cognitiva, conhecimentos prévios necessários para estabelecerem as relações pertinentes para compreendê-los.

Foi possível também observar que o professor modificou a sua argumentação em função dos tópicos abordados. Ao trabalhar os episódios relativos ao capítulo I, o professor não colocou em dúvida os modelos científicos utilizados em suas explicações, discernindo-os dos conceitos explicitados pelos alunos, por vezes inconsistentes do ponto de vista científico. Em nenhum momento, nesse capítulo, o professor destacou o caráter dinâmico e provisório dos conceitos científicos. Entretanto, no capítulo IV, o mesmo não discerniu com clareza os conceitos científicos atualmente aceitos dos já ultrapassados, o que levou alguns alunos à compreensão de que qualquer modelo pode ser utilizado cientificamente, até os conhecimentos do senso comum. Considera-se imprescindível que se destaque o caráter provisório e dinâmico dos conhecimentos científicos, mas não se pode deixar de esclarecer aos alunos quais são os modelos científicos atualmente aceitos.

Desse modo, considerou-se controversa a postura do professor nos momentos em que o mesmo não se posicionou com relação às explicações científicas aceitas atualmente, afirmando várias vezes que “não existem verdades”, o que levou alguns alunos a acreditarem

que certas teorias ultrapassadas podem ser consideradas como válidas atualmente. Considera-se assim que, em alguns momentos, o professor precisaria ter assumido uma postura mais diretiva, no sentido de elucidar alguns conhecimentos científicos para os alunos, uma vez que existem argumentos científicos que o mesmo poderia ter utilizado para mostrar a maior consistência desses conhecimentos em relação aos já ultrapassados, ou mesmo aos do senso comum. Entretanto, o professor não os utilizando, reforçou nos alunos que os mesmos continuassem com as suas concepções prévias.

Esse resultado foi evidenciado nas avaliações escritas dos alunos Oli e Luc¹ sobre a atividade. Essa evidência indica a necessidade de que o professor ressaltasse as idéias científicas aceitas atualmente de forma mais categórica, destacando que essas são marcadas pelo rigor do método científico, possuindo assim maior coerência do que as idéias do senso comum.

Outro fator importante a ser destacado foi a presença de momentos em que o professor demonstrou não dominar o assunto destacado pelos alunos, a partir da interação dos mesmos com o texto. Entretanto, em grande parte desses momentos, o professor sentiu dificuldade em elaborar uma explicação satisfatória, fornecendo aos alunos, respostas evasivas (ou não científicas). Nesses momentos, seria interessante que o mesmo assumisse o seu desconhecimento relativo ao assunto, o que viabilizaria o surgimento de novas hipóteses, discussões, bem como a possibilidade de que tanto o professor, quanto os alunos, pesquisassem acerca do referido assunto. Durante a entrevista, o professor declarou que realmente sentiu dificuldade em assumir que não sabia algumas respostas.

No decorrer do fluxo de interações, observou-se ainda que em alguns momentos, quando um aluno apresentava concepções científicas sobre um determinado conceito, enquanto outro aluno apresentava concepções alternativas, o professor acabava dando importância às últimas (alternativas) em detrimento às concepções científicas. O seu objetivo era o de buscar a lógica das concepções alternativas apresentadas pelos alunos. Entretanto, ao se calar mediante uma resposta científica, pode ter levado alguns alunos a acreditarem que essas não eram adequadas do ponto de vista científico.

Contudo, embora esses pontos controversos relativos à postura do professor, os resultados da atividade mostraram que o mesmo proporcionou aos alunos, em alguns momentos da atividade, a compreensão da maneira pela qual os modelos científicos relativos ao sistema solar se constituíram historicamente.

Destaca-se ainda que em muitos momentos, no decorrer da atividade, o mesmo assumiu uma postura dialógica eliciativa, coerente com um padrão discursivo

“Interativo/dialógico” (MORTIMER e SCOTT, 2002), levando os alunos a explicitarem as suas opiniões, formularem perguntas e trabalharem diferentes pontos de vista. Com isso, o professor valorizou a participação ativa dos alunos, estimulando que os mesmos colocassem novas idéias e argumentos à discussão (CAPECCHI e CARVALHO, 2000), por meio de novas perguntas.

Verificou-se também que o professor utilizou todos os tipos de argumentação (retórica, socrática e dialógica), bem como as abordagens comunicativas interativa/dialógica, interativa/de autoridade e não-interativa/de autoridade. No entanto, mesmo nos momentos em que assumiu argumentações retóricas e abordagens não-interativas/de autoridade, o mesmo não foi arbitrário, procurando sempre abrir espaço para as colocações dos alunos. Em decorrência dessa postura do professor, os alunos, mesmo mediante um discurso de autoridade, se sentiram à vontade para explicitarem as suas argumentações.

Assim, considera-se ainda que o professor desempenhou o seu papel dentro de uma perspectiva dinâmica e dialógica, privilegiando espaços de discussões, bem como “promovendo a construção de abstrações, indispensáveis ao pensamento científicos e à vida” (BRASIL, 2002, p.62). Nesse contexto, o mesmo viabilizou aos alunos a compreensão dos conceitos relativos à Física de forma abrangente, uma vez que propiciou aos mesmos a articulação entre o conhecimento de várias áreas, abordando e inter-relacionando os aspectos científicos, tecnológicos, sociais, ambientais, políticos e éticos, oferecendo, com isso, a possibilidade da formação do aluno enquanto cidadão capaz de atuar em sua realidade de forma crítica e reflexiva.

Um fato importante a ressaltar é que, no início de algumas aulas, o professor abordou os principais pontos trabalhados na aula anterior. Essa atitude do mesmo foi fundamental, uma vez que a presente atividade foi realizada em uma classe de educação para jovens e adultos (antigo supletivo), em que ocorrem muitas ausências. Assim, alguns alunos presentes em uma determinada aula, poderiam ter estado ausentes em aulas anteriores. Entretanto, é importante destacar que alguns alunos (por volta de 15) encontraram-se presentes no decorrer de toda a atividade.

Destaca-se ainda que, nem sempre o professor elaborou explicações para um determinado conceito de imediato, retomando a mesma, após viabilizar que os alunos colocassem e discutissem as várias argumentações levantadas pelos mesmos. Essa estratégia despertou o interesse dos alunos com relação à explicação do professor, o que possibilitou uma aprendizagem significativa por parte dos mesmos. Talvez se o mesmo tivesse explicado o

conceito ou respondido às questões no momento em que surgiram, suas explicações não teriam sido tão interessantes para os alunos.

Os resultados mostraram também que o mesmo optou por não se aprofundar nas formalizações matemáticas, pois, segundo declarou em entrevista, por se tratar de um curso de ensino de jovens e adultos (supletivo), achou por bem dar mais ênfase aos conceitos do que às relações matemáticas decorrentes dos mesmos, a fim de não gerar desinteresse nos alunos, pois os mesmos poderiam não ter o embasamento matemático necessário para a compreensão das referidas relações.

Com relação a esse aspecto, pode-se destacar o caráter relativo da utilização do presente texto, uma vez que, os objetivos do professor podem variar em função do tipo de curso em que o mesmo será usado. Com isso, o tempo de aplicação da atividade pode ser bastante variado, dependendo do maior ou menor aprofundamento dado aos conteúdos que emergirem no decorrer da atividade. Assim, pode-se considerar que não existe uma maneira ideal para o professor proceder, uma vez que esse procedimento deriva dos objetivos do professor que são determinados pelo público alvo em questão. Com relação a esse fato, exemplifica-se que o professor não trabalhou as teorias da relatividade restrita e geral de Einstein, declarando em entrevista, que o referido conteúdo é muito abstrato, e assim, não fazia parte de seus objetivos, por se tratar de uma classe de educação de jovens e adultos (supletivo).

Com relação ao silêncio ocorrido em muitos momentos da atividade, pode-se dizer que os momentos de silêncio proporcionados pelo professor foram utilizados como estratégia, a fim de dar tempo para as possíveis respostas dos alunos, evidenciando o intuito do mesmo em manter o “fluxo de comunicação” (SANTOS e MORTIMER, 2002). Enquanto o silêncio dos alunos pode indicar que os mesmos estavam refletindo sobre o assunto em questão ou que tinham dificuldades em argumentar acerca do assunto, ou mesmo que desconheciam a resposta. Além disso, o silêncio de determinados alunos no decorrer da discussão de um determinado problema, pode denotar que os mesmos estavam refletindo acerca de outro problema. Um bom exemplo a ser ressaltado, corresponde ao problema elaborado por Cle (o que aconteceria se a Terra parasse de girar) no meio de uma discussão sobre outro problema, a causa do arco-íris.

Ocorreram ainda momentos de conversas paralelas entre alguns alunos. Considera-se que essas podem ter ocorrido pela falta de motivação em aprender por parte desses alunos, ou em virtude de o conteúdo tratado no texto, nesses momentos, não ter sido potencialmente significativo para os mesmos (MOREIRA, 2000). É importante destacar que esses momentos ocorreram com pouca frequência.

Não obstante, considera-se que a utilização do presente texto, dentro de uma abordagem dialógica, mostrou-se um bom exemplo de atividade não linear, uma vez que em vários momentos, a partir de uma determinada discussão inicial, acerca de um tema abordado no texto, suscitaram outros temas inusitados. Um exemplo desse tipo de ocorrência se deu quando o texto abordou sobre o final da vida na Terra, devido à dilatação do Sol, daqui a oito bilhões de anos. A partir desse tema, os alunos levantaram muitos outros problemas para justificar o fim da possibilidade de vida na Terra antes do referido tempo, fundamentados nos problemas ambientais provocados pelo homem, bem como elaboraram sugestões para a preservação da vida do ser humano. Esses momentos evidenciaram que o uso do presente texto, com a mediação do professor, oportunizou que os alunos explicitassem as suas idéias a qualquer momento, denotando a sua não linearidade, bem como viabilizou a articulação entre os aspectos científicos, tecnológicos, sociais, ambientais e políticos, de maneira contextualizada e reflexiva.

Também foi possível verificar que alguns alunos demonstraram a mesma dúvida apresentada pelo texto, relativa ao movimento terrestre, indicando que as suas concepções espontâneas são as mesmas de séculos atrás, o que denota que o movimento da Terra não é trivial para os alunos. Essa evidência pode fundamentar o argumento que defende a importância de que o professor, em sua formação, estude história da Física, até para compreender as concepções espontâneas dos estudantes.

Com relação aos conceitos físicos abordados, destacamos que a ação mediadora do professor entre os alunos e os episódios destacados nesta pesquisa, relativos à utilização do texto “Nosso Universo”, proporcionou que fossem trabalhados muitos conteúdos, de forma não linear. Muitos desses conteúdos foram abordados de forma inusitada pelos alunos, enquanto outros eram destacados pelo próprio professor, a fim de levar os alunos a explicitarem as suas idéias acerca dos mesmos. A seguir resgatamos os conceitos que puderam ser trabalhados em sala de aula decorrentes da atividade, destacando-os por capítulo.

Com relação ao capítulo 1, a teoria do big bang foi destacada pelo aluno Hel e, com isso, o professor aproveitou esse conceito para explicar a formação do sistema solar. No decorrer de sua explicação, deu início à abordagem do conceito de campo gravitacional ao final do episódio 1, para retomar esse conceito em outro episódio.

Ao iniciar a discussão do segundo episódio, o professor levantou o problema colocado no texto relativo ao vôo, levando os alunos a explicitarem as suas idéias sobre esse fenômeno, bem como os elementos envolvidos no mesmo. No decorrer dessa discussão surgiram os seguintes elementos: - a relação entre o princípio que fundamenta o vôo do pássaro

e o vôo do avião; - a necessidade do ar para que ocorra esse fenômeno; - foi questionada a necessidade do motor, bem como da velocidade para a ocorrência desse fenômeno; - a relação entre os elementos vinculados à flutuação de um helicóptero e do beija-flor; - foi questionada a relação entre o peso e a capacidade de voar; - a relação entre o formato da asa do avião e a de um pássaro, o que levou o professor a trabalhar o princípio de Bernoulli; - o princípio da ação e reação foi usado para explicar o movimento ascendente de um pássaro; - a relação de causa e efeito entre os elementos presentes no vôo de um avião e no carro de fórmula 1; - os conceitos de ação e reação e de reflexão de ondas.

No início do terceiro episódio, o aluno Ric interagiu com o texto e destacou o conceito de força de atração gravitacional, questionando a sua existência em outros planetas além da Terra. Isso levou a um fluxo de comunicações em que foram colocados os seguintes questionamentos por parte do professor: - por que a gravidade da Lua é menor do que a da Terra; - o que é a gravidade; - se existe ou não atração gravitacional entre a Terra e a Lua. Esses questionamentos levaram os estudantes a explicitarem os seus argumentos, estabelecendo as seguintes relações entre os elementos que envolvem o conceito de campo gravitacional: - a gravidade é que mantém a água na superfície da Terra; - a gravidade é uma força; - quanto maior a massa, maior a gravidade, o que corresponde a uma relação de causalidade; - por que a bexiga nem sempre cai se a gravidade “puxa” os objetos para “baixo”, o que levou alguns alunos a introduzirem o conceito de densidade; - a existência de um campo de atuação da gravidade.

Após várias colocações dos alunos, o professor trabalhou os elementos fundamentais relacionados ao conceito de campo gravitacional, bem como a formalização matemática relativa ao valor de g . A seguir, trabalhou, superficialmente, o Princípio de Arquimedes, a fim de explicar o motivo pelo qual algumas bexigas têm movimento ascendente, mas não trabalhou formalmente a equação do empuxo. Tratou ainda os conceitos de massa e peso de um corpo, bem como trabalhou de forma mais aprofundada o conceito de ação e reação, a fim de levar os alunos à compreensão de que os pares de ação e reação são iguais e de sentidos opostos, mas não se anulam, em virtude de atuarem em corpos distintos.

Com relação ao capítulo IV foram trabalhados os seguintes conceitos físicos: - a forma da Terra; - o buraco negro; - os movimentos de translação e rotação da Terra; - os modelos geocêntrico (de Copérnico) e heliocêntrico (de Aristóteles); - o modelo de Tycho Brahe; - movimento com velocidade constante e com aceleração; - as fases da Lua; - a formação do arco-íris, embora superficialmente; - como ocorre a noite e o dia; - período de translação da Terra em torno do Sol. Após a discussão acerca do movimento da Terra, Cle

questionou sobre o que aconteceria se a Terra parasse de rodar. Hel respondeu à pergunta usando o conceito de inércia. Entretanto, o professor respondeu à pergunta dizendo que sairíamos pela tangente, mas não explorou a resposta de Hel a fim de trabalhar a 1ª Lei de Newton.

As Leis de Kepler também foram trabalhadas pelo professor, embora de modo superficial e incompleto. Foi discutida ainda a relação estabelecida por Wag, argumentando que o inverno ocorre quando a Terra encontra-se mais afastada do Sol e o verão quando a Terra encontra-se mais próxima do Sol. Essa hipótese foi inviabilizada por meio de vários contra-argumentos utilizados por alunos e professor, o que levou Wag a reelaborar a sua hipótese inicial.

Com relação ao capítulo V foi trabalhada a teoria colocada pelo texto que prevê o fim do sistema solar, daqui a aproximadamente 8 bilhões de anos, devido ao aumento da temperatura da Terra em virtude do grande aumento do Sol. Esse assunto levou o aluno Mur a refletir sobre a possibilidade não haver mais vida na Terra mesmo antes da referida teoria, por causa do efeito estufa. Entretanto, o mesmo se referiu como causa do aquecimento da Terra o fim da camada de ozônio, o que foi, posteriormente, esclarecido pelo professor. Com isso, foram trabalhados os elementos envolvidos na destruição da camada de ozônio, bem como os aspectos relacionados ao efeito estufa.

Esse assunto, relativo à impossibilidade da existência de vida na Terra, levou os alunos a direcionarem a discussão para os problemas ambientais gerados a partir do comportamento inadequado do ser humano. Com isso, neste capítulo quase não foram trabalhados conteúdos relacionados à Física, uma vez que o mesmo propiciou uma reflexão acerca dos referidos problemas, abordando assuntos como: - a possibilidade de uma guerra mundial em virtude da falta de água; - a poluição; - o desmatamento; - os agrotóxicos nos alimentos.

Também foram ressaltados conteúdos relacionados ao antagonismo decorrente do grande desenvolvimento tecnológico ocorrido no século XX, levando os alunos a refletirem acerca dos aspectos positivos, tais como a melhoria nas condições de vida do ser humano, o avanço da medicina, bem como dos aspectos negativos, tais como a má distribuição de renda e o desemprego gerado pela substituição do homem pela máquina.

Isso denota que a leitura do presente texto, aliada a uma postura dialógica do professor, promovendo a interação entre alunos/texto/professor, pode levar o aluno a refletir acerca dos aspectos científicos, tecnológicos, sociais, políticos e ambientais, de forma

articulada, o que pode viabilizar o “desenvolvimento do educando como um cidadão ativo, crítico e ético” (MEC, 2005, p.11).

Os comentários escritos dos alunos, relativos à presente atividade, foram marcados pela motivação e interesse dos mesmos, gerados pelo uso do texto de acordo com uma abordagem dialógica. Essa postura dos alunos pôde também ser evidenciada mediante a declaração do professor, em entrevista, afirmando que, ao final da atividade, alguns alunos o procuraram a fim de esclarecerem algumas dúvidas e debaterem alguns temas. Outra evidência dessa motivação e interesse proporcionados pelo presente texto foi observada quando o aluno Oli buscou outra fonte de informação relativa a alguns assuntos abordados pelo texto.

Destaca-se ainda que o professor, em entrevista, declarou que a sala de aula em que foi aplicada a presente atividade era freqüentemente criticada pelos demais professores da escola, com a justificativa de ser uma sala de alunos desinteressados. Entretanto o professor observou exatamente o oposto, declarando que os alunos da referida sala “tinham muitas dúvidas e curiosidades em perguntar e querer saber mais”. Declarou ainda que os outros professores, em conversas informais, reclamavam muito da postura de Lúci, sendo considerado um “péssimo” aluno, desinteressado e não participativo. Entretanto, na presente atividade observou-se o contrário, o que pode denotar que o mesmo aluno, considerado ruim em aulas tradicionais, assumiu uma postura de interesse, motivação, curiosidade e participação neste tipo de atividade realizada na presente pesquisa.

Esse resultado bastante positivo pode indicar que a utilização do presente texto, aliada a uma abordagem dialógica pode favorecer a motivação dos alunos em aprenderem.

A seguinte declaração do professor denota outro resultado interessante:

Muitos alunos crentes ficavam às vezes revoltados com algum tema principalmente com temas relacionados à formação do sistema solar, e esse é um ponto bastante positivo da atividade já que desorganizava a estrutura de pensamento desses alunos e isso não é algo agradável, concordar é sempre mais fácil, ver outras possibilidades e principalmente sobre temas ligados a dogmas provoca questionamentos na pessoa o que faz com que ela tenha dúvidas em relação ao que crê e a maneira mais fácil de não ter essas dúvidas é atribuir determinadas explicações à algo vindo de uma fonte má que quer destruir suas crenças e levá-las ao inferno, por exemplo.

Ao final do capítulo 1, as declarações de alguns alunos (Kat, Reg, Hel, Fab e Oli) evidenciaram a motivação em aprender proporcionada pela relação triádica (MOREIRA, 1997) entre professor, alunos e texto.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do problema apresentado na presente pesquisa, podemos dizer que a interação entre os alunos e o texto mediados pelo professor viabilizou a construção de um espaço dialógico que propiciou a ocorrência de contextos de aprendizagem significativa crítica relativa aos conhecimentos trabalhados.

É importante destacar que a referida ocorrência se deu de modos diferentes: - Alguns alunos demonstraram aprendizagem significativa crítica mediante a reelaboração dos seus conhecimentos iniciais para conhecimentos coerentes com as idéias científicas; - Outros alunos reelaboraram as suas idéias iniciais para outras incoerentes com as concepções científicas; - Alguns alunos demonstraram indícios da referida aprendizagem por meio de perguntas relevantes no decorrer das discussões; - Outros ainda inseriram elementos inusitados às discussões. Enfim, foi possível perceber a demonstração da aprendizagem significativa crítica mediante diversas reflexões e atribuição de significados por parte dos alunos. No entanto, nem sempre as suas colocações estavam de acordo com as idéias cientificamente adequadas.

Esse resultado nos leva aos seguintes questionamentos: O que significa ensinar Física? O que é aprender Física? Quando é que uma aprendizagem significativa crítica é uma aprendizagem da Ciência? Nós, professores, queremos ensinar ciência pautados em resoluções automáticas de equações desprovidas de significado conceitual para os estudantes ou que os mesmos tenham uma aprendizagem significativa crítica acerca dos conteúdos científicos? Qual a nossa postura didática enquanto professores de Física e enquanto formadores? O que fazer com os vários significados e as várias interpretações que surgem no decorrer de uma atividade como a realizada na presente pesquisa?

Esses questionamentos remetem à seguinte reflexão: Em que medida as teorias de aprendizagem em geral nos levam a pensar em uma teoria sobre o ensino de Física? Essa reflexão nos leva à percepção de que temos uma fragilidade teórica considerável nas teorias de aprendizagem, ou seja, temos carência de pesquisas que dêem um suporte teórico adequado para que possamos saber em que nível de profundidade nós devemos trabalhar a Física no Ensino Médio.

Os resultados evidenciados no presente trabalho de pesquisa trouxeram uma contribuição no sentido de mostrar a possibilidade de preparar o aluno para um patamar mais elevado de argumentação e reflexão, de modo a viabilizar que o mesmo possa transitar entre os vários sistemas de significação, o que leva ao surgimento de um critério de aproximação que

mostra como é possível a reelaboração na direção de um raciocínio ou conceituação científica, a partir de uma reelaboração ou argumentação inicial construída pelo aluno.

De acordo com os objetivos propostos inicialmente na presente pesquisa, ressaltamos que foram atingidos, uma vez que houve evidências de aprendizagem significativa crítica, da compreensão do caráter dinâmico e provisório dos conhecimentos científicos, bem como da formação do aluno enquanto indivíduo crítico e reflexivo. No entanto, não é possível generalizar, afirmando que a classe como um todo demonstrou essas evidências, mas que as mesmas foram demonstradas somente por parte de alguns alunos. Aliás, alguns alunos sequer se manifestaram no decorrer da atividade. Esse resultado suscita a seguinte questão: Quais ações do professor poderiam fazer com que esses alunos participassem da atividade?

É importante destacar o caráter relativo da presente atividade, uma vez que tanto o processo interativo entre professor, alunos e texto, quanto os resultados podem ser amplamente diversificados em função da postura do professor que aplica a atividade, da sua intencionalidade, da escola, da sala de aula em que a atividade é aplicada, bem como do texto utilizado.

Com relação ao professor, destacamos a sua formação diferenciada enquanto doutorando em educação. Acreditamos que isso influenciou a sua postura no decorrer da atividade, sempre instigando os alunos a se colocarem, abrindo espaço para que os mesmos explicitassem as suas idéias, até nos momentos em que o professor se utilizou de argumentações retóricas. Isso nos leva a refletir sobre a necessidade da formação adequada e continuada do professor, como condição necessária para que a sua prática possa viabilizar a aprendizagem significativa.

A intencionalidade do professor se traduziu em ações relacionadas aos seus objetivos. Em alguns momentos o mesmo demonstrou que direcionou as discussões a fim de trabalhar os conteúdos considerados relevantes. O maior ou menor nível de aprofundamento ao desenvolver esses conteúdos também foi decorrente desse fator.

Quanto à escola, destacamos que foi dada total liberdade para que o professor trabalhasse a presente atividade, da maneira como lhe fosse conveniente. É importante destacar que a primeira escolha como sujeito da pesquisa foi do professor, em virtude de sua formação e como o mesmo só trabalhava em classes de educação de jovens e adultos, foi escolhida àquela em que os alunos demonstraram um maior grau de participação nas duas primeiras semanas de aula, antes do início da atividade. Na transcrição das vídeo-gravações, percebemos que muitos dos alunos não participaram da atividade, não contribuindo com nenhuma colocação no decorrer da mesma. Assim, escolhemos 14 alunos que participaram de formas variadas e

relevantes para a nossa análise. Desses alunos nem todos apresentaram aprendizagem significativa crítica. No entanto, 12 dos mesmos demonstraram compreensão dos conhecimentos trabalhados de forma crítica e reflexiva.

Os resultados desta pesquisa mostraram que em uma classe de educação para jovens e adultos, em condições difíceis e desfavoráveis, com defasagens de ensino, foi possível tornar a aula de Física interessante, contextualizada, em que vários indícios de aprendizagem significativa crítica puderam ser identificados. O final do Capítulo I (pág. 130) pode evidenciar esse fato.

Com relação ao texto “Nosso Universo”, podemos destacar que houve evidências de que o mesmo foi potencialmente significativo para os alunos, uma vez que possibilitou que os mesmos estabelecessem relações entre os conhecimentos científicos e a sua realidade a partir da reflexão centrada na argumentação, pois viabilizou que os conteúdos fossem trabalhados de forma contextualizada, sem banalizar os conhecimentos científicos.

As categorias das argumentações discentes, por nós elaboradas, e docente apresentaram-se como um caminho que possibilitou a compreensão da dinâmica do processo de ensino e aprendizagem e, em especial, da aprendizagem significativa crítica.

Em síntese, apresentamos a seguinte tabela que destaca os padrões discursivos do professor que resultaram em uma aprendizagem significativa crítica por parte dos alunos.

Episódios relativos ao Capítulo I	
Padrões de interação docente	Ações resultantes
Argumentação retórica de contextualização	Esta ação do professor (momento 233) levou o aluno Hel a uma ação argumentativa de inserção em que demonstrou uma aprendizagem significativa crítica
Argumentação socrática de fornecimento de pistas	Esta ação do professor foi bastante freqüente e propiciou que os alunos demonstrassem aprendizagem significativa crítica por meio de ações argumentativas elaborativas, questionadoras e reelaborativas.
Argumentação dialógica de instigação	Esta ação do professor, também muito utilizada, viabilizou que os alunos demonstrassem aprendizagem significativa crítica por meio de ações argumentativas elaborativas, questionadoras, investigativas, de inserção e reelaborativas.
Argumentação dialógica de recondução	Esta ação do professor, embora pouco freqüente, propiciou a evidência de aprendizagem significativa crítica em dois momentos em que os alunos se colocaram por meio de ações argumentativas de

	inserção e reelaborativa.
Fala avaliativa	Esta ação do professor foi pouco freqüente, mas funcionou como ponto de partida para outras ações do professor que viabilizaram a ocorrência de aprendizagem significativa crítica dos alunos demonstradas por meio de uma ação argumentativa elaborativa, de inserção e reelaborativa.
Episódios relativos ao Capítulo IV	
Padrões de interação docente	Ações resultantes
Argumentação retórica de contextualização	Esta ação do professor levou um aluno a demonstrar aprendizagem significativa crítica por meio de uma ação argumentativa de inserção.
Argumentação retórica de exposição	Esta ação do professor viabilizou que dois alunos demonstrassem aprendizagem significativa crítica por meio de uma ação argumentativa questionadora e elaborativa.
Argumentação socrática de fornecimento de pistas	Esta ação do professor propiciou que os alunos demonstrassem vários momentos de aprendizagem significativa crítica por meio de ações argumentativas elaborativas e concordante.
Argumentação socrática de elucidação	Esta ação do professor viabilizou a demonstração de aprendizagem significativa crítica por parte dos alunos por meio de ações argumentativas questionadoras, elaborativa e reelaborativa.
Argumentação dialógica instigativa	Esta ação do professor propiciou a demonstração de aprendizagem significativa crítica por meio de uma ação argumentativa elaborativa e questionadora por parte dos alunos.
Argumentação dialógica de reespelhamento de contraposição	Estas ações consecutivas do professor levaram um aluno a demonstrar aprendizagem significativa crítica por meio de uma ação argumentativa reelaborativa.
Episódio relativo ao Capítulo V	
Padrões de interação docente	Ações resultantes
Argumentação retórica de contextualização	Esta ação do professor levou um aluno a demonstrar aprendizagem significativa crítica por meio de uma ação argumentativa questionadora.
Argumentação socrática de fornecimento de pistas	Esta ação do professor levou os alunos a demonstrarem aprendizagem significativa crítica por meio de ações argumentativas de inserção e reelaborativa.
Ação socrática de remodelamento	Esta ação propiciou a demonstração de aprendizagem significativa crítica por meio de uma ação argumentativa questionadora, por

	parte de um aluno.
Argumentação socrática de reespelhamento	Esta ação do professor, autorizando as colocações dos alunos, viabilizou que os mesmos demonstrassem evidências de aprendizagem significativa crítica por meio de ações argumentativas de inserção, elaborativa e questionadora.
Argumentação socrática de elucidação	Esta ação do professor propiciou evidências de dois momentos de aprendizagem significativa crítica por meio de uma ação argumentativa elaborativa e questionadora.
Argumentação dialógica de instigação	Esta ação do professor viabilizou que os alunos demonstrassem evidências de aprendizagem significativa crítica, em vários momentos, por meio de ações argumentativas elaborativas, questionadoras, investigativas, de inserção e concordante.
Argumentação dialógica de contraposição	Esta ação do professor levou, em um momento, levou um aluno a demonstrar aprendizagem significativa crítica por meio de uma ação argumentativa de inserção.
Argumentação dialógica de recondução	Esta ação do professor propiciou a demonstração de aprendizagem significativa crítica por parte dos alunos, em três momentos, por meio de uma ação argumentativa de inserção.
Fala avaliativa	Esta ação do professor levou os alunos a demonstrarem, por meio de ações argumentativas elaborativas e questionadoras, uma aprendizagem significativa crítica.

Portando, os resultados da presente pesquisa evidenciaram a ocorrência do tripé professor/aluno/texto, e que essa interação foi fundamental para motivar os alunos a explicitarem as suas idéias e demonstrarem indícios de aprendizagem significativa crítica no decorrer da atividade.

Os resultados foram considerados satisfatórios, uma vez que foram trabalhados muitos conteúdos, com grande interesse e participação dos alunos. Conclui-se assim, que uma prática pedagógica que se utilize de textos paradidáticos em aulas de Física, pode mediar a:

- compreensão dos conceitos trabalhados de modo mais contextualizado;
- articulação de diversos conceitos científicos;
- aprendizagem significativa por parte do aluno;

- predisposição do aluno em aprender significativamente, ou seja, em relacionar de maneira não arbitrária e substantiva os conhecimentos novos com aqueles que o mesmo já tem em sua estrutura cognitiva;
- articulação dos aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais por parte dos alunos.
- articulação dos conteúdos com a realidade do aluno;
- formação do aluno enquanto indivíduo crítico, reflexivo e criativo;
- capacidade de argumentação por parte dos alunos;
- predisposição do aluno em aprender;
- capacidade de ler e interpretar texto;
- aprendizagem significativa crítica por parte do aluno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÚRIZ-BRAVO, A.; MORALES, L. El concepto de modelo em la enseñanza de la física – consideraciones epistemológicas, didacticas y retóricas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.1, p.79-92, abr. 2002.

ALMEIDA, M.J.P.M., BABICHAK, C. C. e SILVA, H. C. Representações, leituras e linguagens em aulas de física. In: TEXTOS DE PALESTRAS E SESSÕES TEMÁTICAS: ENCONTRO LINGUAGENS, LEITURAS E ENSINO DA CIÊNCIA, III., 2000, Campinas. **Anais III Encontro linguagens, leituras e ensino da ciência**. Campinas: Graf. FE/UNICAMP, 2000. p.131-141.

ALMEIDA, M.J.P.M.; MOZENA, E. R. Leituras em Linguagem Comum no Ensino do Conhecimento de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6, p. 254-56, 1998. (Resumo).

ALMEIDA, M.J.P.M.; QUEIROZ, E.C.L. Divulgação científica e conhecimento escolar: um ensaio com alunos adultos. **Caderno CEDES: ensino de ciência, leitura e literatura**. Ano XVIII, n. 41, p.62-68, jul. 1997.

ALMEIDA, M.J.P.M.; RICON, A. E. Divulgação científica e texto literário – uma perspectiva cultural em aulas de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 10, n. 1, p. 7-13, 1993.

ANDRADE, E.C.P.; CARVALHO, L.M. O pró-álcool e algumas relações CTS concebidas por alunas da 6ª série do Ensino Fundamental. **Revista Ciência e Educação**. Bauru, v.8, n.2, p.167-185, 2002.

ANDRADE, J.J.; MALDANER, O.A. Índícios de constituição subjetiva de professora na produção/apropriação de conhecimentos sobre ensino de química nas interações proporcionadas em grupo de estudo e sala de aula. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003, Belo Horizonte: UFMG, 2003. 004 CD-ROM.

ANGOTTI, J.A.P.; BASTOS, F.P.; MION, R.A. Educação em física: discutindo ciência, tecnologia e sociedade. **Revista Ciência e Educação**. Bauru, v.7, n.1, p.183-197, 2001.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O.P.B. Contribuições e dificuldades relativas à utilização de um texto paradidático em aulas de física. ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, IX, 2004, Jaboticatubas. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/epef/ix>>.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O.P.B. A prática da leitura de um texto paradidático sobre o “Nosso Universo” por alunos do ensino médio em aulas de Física. In: ENCONTRO

INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003a, Belo Horizonte: UFMG, 2003a. 079 CD-ROM.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O.P.B. Algumas reflexões sobre a utilização de textos alternativos em aulas de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, IV, 2004, Bauru: UNESP, 2003b. CD-ROM.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**, New York, Grune and Stratton, 1963, 685 p.

AZEVEDO, A. L. V. B. **A construção de um espaço dialógico em sala de aula: imagens de um ambiente de leitura e escrita**. 1999. Dissertação (Mestrado em Educação e Linguagem) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BAKHTIN, M. **Marxismo e filosofia da linguagem**. 7ª ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1995.

BASTOS, F. **História da Ciência e Ensino da Biologia: a pesquisa médica sobre a febre amarela (1881-1903)**. 1998. 204f. Tese (doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

BENJAMIN, A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. Análise do uso de um texto paradidático sobre energia e meio ambiente. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 23, n.1, p. 74-82, março, 2001.

BENJAMIN, A.A. **Análise do uso de um Texto Paradidático sobre Energia e Meio Ambiente**. 2000. 184f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência, Área de Concentração: Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000.

BOGDAN, R. BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora, 337 p., 1982.

BOULTER, C. J.; GILBERT, J. K. Argument and science education. In: COSTELLO, P.J.M. e MITCHELL, S. (edts). **Competing and Consensual Voices: the theory and practice of argument**. Multilingual Matters LTD, 1995. Cap.6, p. 84 – 98.

BRANCO, S. M. **Energia e Meio Ambiente**. 6 ed., São Paulo: Moderna, 1990, 96p. (Coleção polêmica).

BRANDÃO, H.H.N. **Introdução à análise do discurso**. 8ª ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais** - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002, 144 p.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília: MEC/SEMT, 2000.

CAPECCHI M. C. V. M.; CARVALHO A. M. P. Interações discursivas na construção de explicações para fenômenos físicos em sala de aula. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, VII, Florianópolis, 2000. Disponível em <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/vii>>. Acesso em 02 jan. 2003.

CARVALHO JÚNIOR, G. D. de; As concepções de ensino de física e a construção da cidadania. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 19, n.1, p. 53-66, abril, 2002.

CASTRO, R. S. Dois exemplos do uso da História da Ciência no curso de Física de segundo grau: análise e reflexões. **Em Aberto**, Brasília, ano 11, n. 55, jul./set. 1992.

COMPIANI, M. A dinâmica discursiva nas salas de aula de ciências. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003, Belo Horizonte: UFMG, 2003. 104 CD-ROM.

COMPIANI, M. **As Geociências no Ensino Fundamental**: um estudo de caso sobre o tema “A formação do Universo”. 1996. 216f. Tese (Doutorado em Educação – Área de Concentração: Metodologia do Ensino) – Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

COSTA, T.M.L. Estratégia argumentativa: um modelo de análise do discurso pedagógico. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003, Belo Horizonte: UFMG, 2003. 126 CD-ROM.

COUPER, H. HENBEST, N. **Big Bang**, Ed. Moderna, 1998, 46 p.

COURTINE, J. J. Quelques problèmes théoriques et méthodologiques en analyse du discours à propos du discours communiste adressé aux chrétiens. **Langages**, 62, jun 81. Paris, Larousse.

CUDMANI, L. C.; SANDOVAL, J. S. Modelo físico e realidade: importância epistemológica de sua adequação quantitativa. Implicações para a aprendizagem. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 8, n.3, p.193-204, dez, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DRIVER, R. *et al.* Constructing scientific knowledge in the classroom. **Educational Researcher**, v. 23, n.7, p. 5-12, 1994.

DUSCHL, R. La valorización de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. **Enseñanza de las ciencias**, 16(1), 3-20, 1998.

FOUCAULT, M. **A arqueologia do saber**. Petrópolis: Vozes, 1972.

FRANCO, M.C. Educação ambiental: uma questão ética. **Caderno CEDES**. São Paulo: Papirus, n. 29, pp. 11-19, 1993.

FREIRE JR, O. A relevância da filosofia e da história das ciências para a formação dos professores de ciências. p.13-30. In: **Epistemologia e ensino de ciências**. Waldomiro José da Silva Filho (org), Salvador, BA: Arcádia, 2002.

GERALDI, J. W. Prática da leitura de textos na escola. **Leitura: Teoria & Prática**. 03, p. 25-33, 1984.

GOULART, A.M.P.L., MACHADO, E.V. e NICOLAU, M.L.M. A mediação do professor e das ferramentas culturais na aquisição da escrita pelas crianças. **Cad. Educ. FaE/UFPel**, Pelotas (14): 59-70, jan./jun. 2000.

HALBWACHS, F. La física del profesor entre la física del físico y la física del alumno. La physique du maître entre la physique du physicien et la physique de l'élève. **Revue Française de Pédagogie**, 1975, 33, 19-29. Traduzido para a Revista de Enseñanza de la Física, v.1, n.2, p.77-89, 1987.

HENRIQUE, K. F. **O pensamento físico e o pensamento do senso comum: a energia no 2º grau**. São Paulo, 1996. 92p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física/Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1996.

HIGA, T. T. **Conservação de Energia: estudo histórico e levantamento conceitual dos alunos**. São Paulo, 1988. 230p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade em Física) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1988.

LEITÃO, S. Argumentação como processo de construção do conhecimento. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003, Belo Horizonte: UFMG, 2003. 018 CD-ROM.

LEMKE, J.L. **Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores**. Barcelona: Paidós. 1997.

LONGAIR, M. **As Origens do Nosso Universo**. Coleção ciência e cultura, Jorge Jahar editores, 1994.

MASSARANI, L. Textos científicos para crianças. In: ENCONTRO LINGUAGENS, LEITURAS E ENSINO DA CIÊNCIA, III, 2000, Campinas. Textos de palestras e sessões temáticas. Campinas: Graf. FE/UNICAMP, 2000. p.61-73.

MATTHEWS, M. R. O tempo e o ensino de ciências como o ensino de história e filosofia do movimento pendular pode contribuir para a alfabetização científica. p.31-48. In: WALDOMIRO JOSÉ DA SILVA FILHO (org). **Epistemologia e ensino de ciências**. Salvador, BA: Arcádia, 2002.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual da reaproximação. **Caderno Catarinense de ensino de Física**. v.12, n.3, p. 164-214, dez/1995.

MEDEIROS, A. A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino da física. **Revista Ciência e Educação**, v.6, n.2, 2000.

MERCER, N. As perspectivas socioculturais e o estudo do discurso em sala de aula. In: **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula**. Buenos Aires/Barcelona, Paidós 1987.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. **Catálogo do programa Nacional do Livro para o ensino Médio** – PNLEM: 2005. SEMTEC, FNDE. 2004. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/pnld>>. Acesso em: 14 jan. 2005.

MONTEIRO, M.A.A.; TEIXEIRA, O.P.B. O discurso do professor: uma proposta de metodologia de análise das interações dialógicas em sala de aula. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003, Belo Horizonte: UFMG, 2003. 076 CD-ROM.

MONTEIRO, M.A.A. **Interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais**: um estudo do discurso do professor e as argumentações construídas pelos alunos. 2002. 204f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência – Área de Concentração: Ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2002.

MOREIRA, M.A. Linguagem e aprendizagem significativa. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003, Belo Horizonte: UFMG, 2003. CD-ROM.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica. In: III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, p. 33-35, set, 2000.

MOREIRA, M.A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 1997, Burgos: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos, 1997. p.17-43.

MOREIRA, M.A. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: **Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos**. São Paulo: Moraes. 1995, p.61-73.

MORTIMER, E.F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. In: **Investigações em ensino de ciências**. n. 3, v. 7, p. 1-38, dez. 2002. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/pulic/ensino/vol7/n3/v7_n3_a7.htm>. Acesso em 01 jan. 2004.

OLIVEIRA, O.B. A linguagem e a formação de professores de ciências. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003, Belo Horizonte: UFMG, 2003. 097 CD-ROM.

ORLANDI, E.P. **Análise do discurso**: princípios e procedimentos. 4ª ed. Campinas: Pontes, 2002a.

ORLANDI, E.P. **As formas do silêncio**: no movimento dos sentidos. 5ª ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2002b.

ORLANDI, E.P. **A linguagem e seu funcionamento**: as formas do discurso. 4ª ed. Campinas: Pontes, 2001.

OXLADE, C. **Estrelas e Galáxias**, coleção descobrindo mais, ed. Moderna, 1998, 24 p.

PATY, M. Ciência: aquele obscuro objeto do pensamento e uso. p. 145-153. In: WALDOMIRO JOSÉ da SILVA FILHO (org). **Epistemologia e ensino de ciências** Salvador, BA: Arcádia, 2002.

PÊCHEUX, M. **Semântica e discurso**: uma crítica à afirmação do óbvio. 3ª ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1997.

PENTEADO, H. D. de O. A relação docência/ciência na perspectiva da pedagogia da comunicação. **Cad. Educ. FaE/UFPel**, Pelotas (14): 71-81, jan./jun, 2000.

PINTO, G.A. Os textos de divulgação científica: contribuições da construção do conceito científico no campo do ensino de ciências. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003, Belo Horizonte: UFMG, 2003. 080 CD-ROM.

RICON, A.; ALMEIDA, M. J. P. M. Ensino da física e leitura. **Leitura: Teoria & Prática**, v. 10 (18), dez., p. 7-16, 1991.

SALÉM, S.; KAWAMURA, R. O texto de divulgação e o texto didático: conhecimentos diferentes? In: ENCONTRO DE PESQUISADORES EM ENSINO DE FÍSICA, 5, Águas de Lindóia, Atas. Águas de Lindóia, 1996, p.588-598.

SANTOS, F.; MORTIMER, E.F. O silêncio nas interações discursivas em salas de aula de ciências. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003, Belo Horizonte: UFMG, 2003. 098 CD-ROM.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Revista Ciência e Educação**. Bauru, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

SARDÀ, A J.; SANMARTÍ, N. P. Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, p.405-422, 2000.

SEQUEIRA, M. LEITE, L. Alternative Conceptions and History of Science in Physics Teacher Education. **Science Education**, 75(1), pp. 45-56, 1991.

SILVA, H. C. **Como, quando e o que se lê em aulas de Física no ensino médio**: elementos para uma proposta de mudança. 1997. 164f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

SILVA, H.C. ALMEIDA, M.J.P.M. Textos e imagens: discurso e conhecimento escolar em aulas de física. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003, Belo Horizonte: UFMG, 2003. 030 CD-ROM.

SILVA, H. C. ALMEIDA, M. J. P. M. Condições de produção da leitura em aulas de física no ensino médio: um estudo de caso. **Linguagens, Leituras e Ensino da Ciência**. Mercado de Letras: Associação de Leitura do Brasil – ALB, p. 131-62, 1998.

SMOLKA, A. L. B. A prática discursiva em sala de aula: uma perspectiva teórica e um esboço de análise, **Caderno CEDES**, Campinas, 24, 51-64, 1991.

SOUZA, S. C. Repensando a leitura na educação em ciências: necessidade e possibilidade na formação inicial de professores. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003, Belo Horizonte: UFMG, 2003. 027 CD-ROM.

SOUZA, S. C.; ALMEIDA, M.J.P.M. Leituras na mediação escolar em aulas de ciências: a fotossíntese em textos originais de cientistas. **Pro-posições Revista Quadrimestral**. Campinas, v.12, n.1 (34), 2001.

SOUZA FILHO, O. M. **Evolução da idéia de conservação da energia**: um exemplo de história da ciência no ensino de física. São Paulo, 1987. 364f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade em Física) - Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

STRATHERN, P. **Galileu e o Sistema Solar**, coleção cientistas em 90 minutos, Jorge Jahar editores, 1999, 95 p.

TEIXEIRA, O.P.B. (org). **Nosso Universo**, 2002. 126p. texto mimeog.

TERRAZZAN, E. A. O potencial didático dos textos de divulgação científica: um exemplo em física. In: TEXTOS DE PALESTRAS E SESSÕES TEMÁTICAS: ENCONTRO LINGAUGENS, LEITURAS E ENSINO DA CIÊNCIA, III., 2000, Campinas. **Anais III** Encontro linguagens, leituras e ensino da ciência. Campinas: Graf. FE/UNICAMP, 2000. p. 31-42.

VANNUCCHI, A. I. **História e Filosofia da Ciência**: da teoria para a sala de aula. Dissertação (Mestrado em Educação), São Paulo, Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1996.

VILLANI, C.E.P.; NASCIMENTO, S.S. As práticas discursivas argumentativas de alunos e a apropriação do conhecimento científico escolar no laboratório didático de física. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003, Belo Horizonte: UFMG, 2003. 136 CD-ROM.

VILLANI, A. **Conteúdo Científico e Problemática Educacional na Formação do Professor de Ciência**. 1986. Tese (Livre Docência) – Instituto de Física da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986. Publicação interna.

Anexo I

Capítulo I

Episódio 1

O SONHO DE ÍCARO

Triiiim!Triiim!Triiiim!

– Pô, que saco...já é de manhã...mais um dia...

Enquanto se arrumava, Ícaro ia repassando o dia que vinha pela frente. O mesmo café da manhã ... de bom mesmo só o "bom dia" de sua mãe.

- Como será que ela agüenta? Todo dia a mesma coisa: rotina, rotina, rotina... Acho melhor arrumar o material. Hoje eu tenho 5 aulas: duas de Matemática... Oba, Educação Física!... Vai "dá" para bater uma bolinha! Em compensação, para terminar, Física. Espero que a aula seja um pouco mais interessante.

Ícaro, como qualquer outro adolescente, sentia-se perdido e em dúvida com uma série de transformações que ocorriam, não só em sua vida, mas também em seu corpo, que o deixavam confuso em busca de respostas que não encontrava. Naquele dia, porém, algo parecia conspirar a seu favor; sua sensibilidade parecia aflorar, pois sentia que algo começaria a mudar em sua vida. Não via a hora de fugir das aulas para chegar mais cedo em casa. O tempo se apressou em realizar a tarefa e tudo aconteceu muito rápido. Chegou logo em sua casa, onde se deparou com o melhor e o mais emocionante momento do dia, quando tudo se transformou e sua vida pareceu ter mais sentido. Ali, ele estava diante de seu computador, considerado seu melhor amigo, seu fiel companheiro, sua realidade virtual. Era assim todo o dia, insistentemente. Aquele dia, entretanto, parecia brilhar mais intenso que o próprio brilho das estrelas. Sua imaginação parecia ir mais além, quando o inesperado aconteceu. Ao entrar em uma sala de bate papo, a mesma de sempre, estava todo mundo lá: o Bip-bip, Xmen, apaixon@da, Keridinha, @riskinh@ e Ícaro, a fina flor da net, que foi surpreendido por uma mensagem de um novo visitante que logo lhe interessou. Era algo que realmente o incomodava e ao mesmo tempo parecia dar mais sentido e empolgação a sua vida. A mensagem apresentava a letra de uma música, algo muito diferente, porém extremamente poético, que logo mexeu com sua imaginação. Existiam trechos da música realmente fortes, um deles dizia: “Eu sou feito de resto de estrelas...”.

Tubi Tupy (Lenine/Carlos Rennó)	
Eu sou feito de resto de estrelas como o corvo o carvalho e o carvão As sementes nasceram das cinzas De uma delas depois da explosão Sou o índio da estrela veloz e brilhante O que é forte como o jabuti O de antes de agora em diante E o distante galáxias da aqui	O meu nome é tupi, Guaykuru Meu é Peri de Ceci Eu sou neto do Caramuru Sou Galdino, Juruna e Raoni E nos cosmo de onde eu vim Com a imagem do caos

Canibal tropical, qual o pau Que da nome à nação, renasci Natura, analógico e digital Libertado astronauta tupi Eu sou feito do resto de estrelas, Daquelas primeiras depois da explosão. Sou semente nascendo das cinzas Sou o corvo, o carvalho e o carvão.	Me projeto futuro sem fim Pelo espaço num tour sideral Minhas roupas estampam em cores A beleza do caos atual As misérias de mil esplendores Do planeta Neanderthal.
--	--

Episódio 2: Continuação da leitura do texto.

– Legal! Quem enviou? – exclamou Ícaro curioso – O que ele quer dizer com isto?

Rapidamente Ícaro envia uma mensagem perguntando:

Ícaro: De onde vc está tc ?

Dédalo: De algum lugar do seu universo.

Ícaro: Por que vc mandou esta msg ?

Dédalo: Porque ela pode responder algumas dúvidas.

Ícaro: Somos feitos de resto de estrelas? Tá maluco?

Dédalo: Todas a coisas, tudo...tudo mesmo, inclusive nós," *o corvo, o carvalho e o carvão*" somos feitos de uma mesma substância que veio das estrelas, como diz a letra da música.

Ícaro: Isto é uma música? Legal! Como eu faço para ouvir?

Dédalo: Vá até www.uol.com.br – rádio uol – Buscar CD Na pressão – música Tubi Tupy ⁽¹⁾

Dédalo: Ouça a música e , se vc estiver por aqui mais tarde ou outro dia, nós conversaremos mais sobre este assunto.

Ícaro: Legal! Vou buscar esta música.

Ícaro sai da sala de bate papo e vai em busca da música.

Enquanto ouve a música, acaba pegando no sono e começa a sonhar.

Naquele momento o que parecia ser real transpunha-se para o mundo do imaginário, e começava a viajar pelo universo.

– Nossa! Meu corpo criou asas, será que estou sonhando? Não é possível! Este mundo não é real. As imagens com que se deparava eram fascinantes, porém inconcebíveis, pois sua visão estava limitada pelo que simplesmente tinha até então observado da Terra. As cores que conseguia observar de seu próprio planeta o fascinavam e se questionava como tudo poderia ter ficado desta forma, e a cada momento novas imagens e situações intrigantes surgiam. Começava a ter a sensação de leveza. Ícaro percebe que já não batia suas asas para voar e o silêncio era absoluto, algo que não conseguia explicar e ao mesmo tempo o amedrontava.

(1) ver apêndice

Episódio 3: Leitura do texto

– Por que estou tão leve? Por que será que a sensação aumenta ao me afastar da Terra?

Momentos após essa sensação, algo novamente estava mudando, a sensação de leveza parecia diminuir, pois se aproximava da Lua.

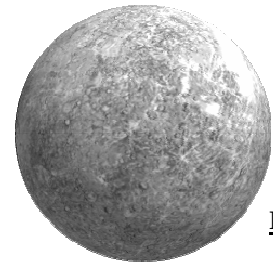
***Lua***

— Que linda! Aí está você, por onde andou a noite passada? Onde estava? Pois não te vi entre as estrelas.⁽²⁾ De súbito, como se surgisse do nada, um brilho mais intenso vinha em sua direção e se espalhava por todo o espaço.

— Puxa é o Sol!⁽³⁾ – exclama Ícaro ofuscado com tanta luz.
Apesar de toda luminosidade, ele consegue perceber dois planetas ao longe.

– Olha lá dois planetas! Será que eu me lembro quais são...na aula era tão chato ter que decorar os seus nomes, se eu soubesse que eram tão bonitos teria prestado mais atenção. Um deles parece ser tão pequeno, será que estou muito distante?

(2) e (3) Ver apêndice capítulo I

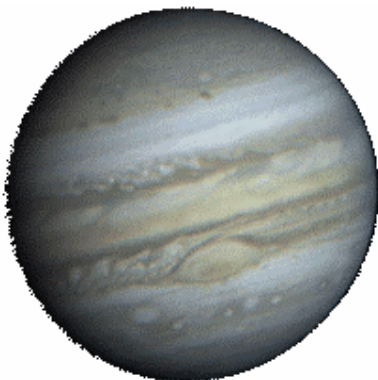
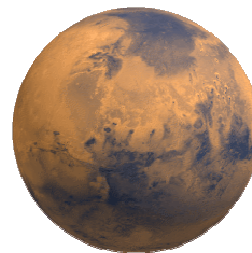
***Vênus*****Mercúrio**

Como se isso fosse possível, Ícaro, da Terra, estaria observando Vênus e Mercúrio.⁽⁴⁾

A viagem continuava e Ícaro ia descobrindo o novo mundo que observava. E tinha sua curiosidade aumentada a cada instante. E mais planetas surgiam a sua frente.

- Se bem me lembro, o próximo é Marte⁽⁵⁾. Marte não é o planeta vermelho? Porque é tão vermelho deste jeito? Não é lá que as pessoas dizem ser possível a existência de vida? Por que tanta dúvida a respeito deste planeta e da possível existência de vida? E os outros planetas... Serão tão diferentes assim?

Assim, após ter passado pelo planeta vermelho, começa a observar uma região totalmente desconhecida para ele, mas profundamente bela.

**Júpiter****Marte**

De repente, ele se depara com o maior de todos os planetas do nosso sistema solar.

- Que droga! Não me lembro deste planeta. Nossa, é tão grandão, será que é Plutão? Ah!...Não, como poderia ter esquecido. É Júpiter⁽⁶⁾, será o maior de todos?

Assim Ícaro continua sua viagem.

(4), (5) e (6) Ver apêndice capítulo I

- Como são bonitas aquelas faixas, por que são de cores diferentes? Será que aqueles em volta dele são luas como a nossa? Parece que estou sendo puxado com uma força estranha. Ufa! Consegui sair dessa. Como ele puxava forte.

Continuando sua viagem, deparou-se com uma beleza surpreendente, um outro grande planeta.

- Cara, aquele parece um chapéu... ah! Deve ser Saturno com seus famosos anéis... Que coisa linda!



Saturno

E, aproximando-se ainda mais, consegue observar a diversidade de cores de sua superfície e as dimensões de seus anéis. Continuando a navegar pelo espaço afora, observa um outro grande planeta, porém um pouco menor que o anterior.

- Que manero! Ele é diferente, de cor verde e também muito grande... por que será? Esse é mais fraquinho, não puxa tão forte quanto os outros. Se eu não estiver errado deve ser ... Urano. Devo estar chegando ao fim do sistema solar.

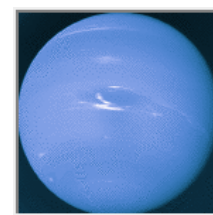
Distanciando-se mais um pouco, fica maravilhado com o que vê.



Urano

- Puxa, esse planeta é azulão, lembra a Terra, que saudades. Seria este o último planeta do Sistema Solar? Teria mais algum? Estou tão longe, será que nunca vou conseguir voltar para casa? Os meus amigos, minha namorada, minha família, que saudades!...Estou ficando com medo, está me dando calafrios ...

E o despertador toca.



Netuno

Ícaro acorda assustado, mas logo se tranqüiliza por se tratar apenas de um sonho. Toma seu banho, seu café, arruma seu material, sem, contudo deixar de pensar no que acabara de sonhar. Eram muitas as suas dúvidas. Até a sua própria existência estava sendo questionada. Durante as aulas, não conseguia se concentrar nos estudos. Sua perturbação era tão grande que não conseguiu deixar de questionar o professor de Física sobre os anseios que lhe corroíam a mente.

- Professor, tô com uma baita dúvida. Por que o sistema solar tem tantos planetas e uns são tão diferentes dos outros? Lá tem mais alguma coisa além desses planetas?

- Agora não é o momento oportuno para falarmos sobre esse assunto, espere um pouco que no próximo bimestre estaremos estudando as Leis de Kepler, a Gravitação Universal de Newton e, aí sim, poderemos discutir as suas dúvidas. Tudo bem?

Ícaro não se conforma de ter que esperar tanto tempo para ter suas respostas. No intervalo comenta com alguns amigos, o sonho que teve, e eles o ridicularizam.

- Pô! ... Você poderia sonhar com uma bela gata, cara, e vai sonhar com planetas? Deixa disso, não quero nem saber dessas coisas, tô fora!

Na saída da escola, dois daqueles seus amigos que inicialmente zombaram de seu sonho, o procuram dizendo que acharam as suas dúvidas interessantes e também gostariam de saber mais sobre o assunto. Ícaro percebe que não está só e que suas dúvidas e descobertas poderiam ser compartilhadas.

APÊNDICE – Capítulo I

Ícaro

"Os homens não têm asas. Mas nós as construiremos...". A princípio, Ícaro achou ousado o plano do pai. Começou a procurar um meio de construir as asas que os salvariam. O primeiro passo foi colecionar penas de aves e juntá-las segundo tamanhos. Em seguida, amarraram-nas com fios de linho, e sob elas colocaram cera para que ficassem coladas umas nas outras.

Finalmente a obra está pronta. Dois enormes pares de asas brancas esperam *Dédalo*, o pai, e Ícaro, o filho, para levá-los em longa viagem pelos céus da Grécia. Com uma tira de couro, o arquiteto amarra o engenho ao corpo. Ícaro segue-lhe o exemplo. E ambos saltam para o infinito.

Os primeiros momentos de vôo são penosos. Os corpos não encontram o equilíbrio exato e tremem com o vento. Preocupado, o pai recomenda carinhosamente ao filho que voe sempre numa altitude média: nem baixo demais, para não mergulhar as asas no mar; nem alto demais, para não queimar as frágeis penas no calor do sol.

Dédalo vai na frente, mostrando o caminho ao filho. O vento favorável ajuda-os na difícil empreitada. Mas Ícaro, deslumbrado com a beleza do firmamento e com a música dos pássaros, deixa-se chegar próximo demais do sol. Os raios ardentes amolecem a cera que ligava umas penas às outras. As asas começam a se desfazer. E o corpo de Ícaro mergulha no mar.

Quando *Dédalo* olha para traz, não encontra o filho. Na superfície mansa das águas, duas asas brancas flutuam perdidas, como perdido estava seu sonho de viver em liberdade como os pássaros.

(1) Carlos Rennó Lenine:

Pernambucano do Recife e cidadão carioca por opção, Lenine têm paixão pela música, curte ficção científica e gosta de mar, tema constante nas canções que faz. Talvez por isso tenha sido um dos primeiros a utilizar a Internet. Navegar é preciso. (Fausto Rego-

J.F. Diório/AE

<http://aqui.cade.com.br/entrevista/20000329/20000329entrevista.htm>)

(2)

(3)

(2) Ver ou não a Lua, depende de sua posição em relação à Terra e Sol (Fases da Lua):

Para maiores informações sobre a Lua visite o site <http://astro.if.ufrgs.br/lua/lua.htm>

(3) Na realidade Ícaro não poderia apreciar o nosso Sol, pois, sem o filtro de nossa atmosfera, a radiação seria de tal magnitude que destruiria seus olhos bem como nosso personagem, caso não estivesse utilizando trajes especiais.

O NOSSO SOL: É a nossa estrela, aquela responsável pela dinâmica do nosso Sistema Solar. Foi chamado de Hélios pelos gregos, Mitras pelos persas e Rá pelos egípcios, citando apenas algumas culturas. Cinco séculos antes de Cristo, Anaxágoras sugeriu que o Sol fosse uma bola de fogo, o que retrata alguma semelhança com a realidade. Ele é a mais importante fonte de energia de que dispomos, e fornece cerca de 99,98% da energia total existente na superfície da Terra. É uma estrela G2 comum, com 1.390.000km de diâmetro e massa de $1,989 \cdot 10^{30}$ kg, sendo sua composição principal: 91,2% de hidrogênio, 8,7% de hélio, 0,078% de oxigênio e 0,043% de carbono, mas estes valores mudam, conforme vão ocorrendo as reações no núcleo solar. A temperatura do núcleo solar é de 15 milhões de kelvin e sua pressão é 250 bilhões de vezes maior que a pressão da atmosfera terrestre. A energia emitida pelo Sol é gerada pelo processo de fusão nuclear, onde, a cada segundo, 700.000.000 de toneladas de hidrogênio são convertidas em aproximadamente 695.000.000 de toneladas de hélio e 5.000.000 de toneladas de energia ($=3,8 \cdot 10^{33}$ ergs), liberada na forma de raios gama. Até chegar à superfície do Sol, essa energia sofre inúmeras reabsorções, nas quais é novamente irradiada a temperaturas cada vez menores, tanto que, quando chega

à superfície, é basicamente luz visível. A superfície do Sol tem temperatura de 5.800K, sendo que a zona mais fria, as “Manchas Solares”, têm aproximadamente 3.800K.

Para maiores informações sobre o Sol visite o site <http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm>

- (4) Ao sair da Terra, Ícaro para ver Vênus e Mercúrio deveria estar olhando em direção ao Sol, mas sua forte luminosidade ofuscaria os raios refletidos por aqueles planetas.

Mercúrio:

Posição em relação ao Sol : Primeiro.
 Diâmetro equatorial : 4.878 km.
 Distância máxima do Sol : 69.700.000 Km.
 Distância mínima do Sol : 45.900.000 Km.
 Velocidade orbital : 47,89 km/s
 Massa : $3,30 \times 10^{23}$ kg.
 Satélites : Nenhum conhecido.
 Revolução em torno do sol : 87,97 dias (1 ano)
 Rotação em torno de si mesma : 58,65 dias
 Variação da temperatura : -170° a 430° C
 Atmosfera : Hélio, Hidrogênio, Sódio, Oxigênio e
 Traços de Neônio, Argônio e Potássio.

Vênus:

Posição em relação ao Sol : Segundo.
 Diâmetro equatorial : 12.103 km.
 Distância máxima do Sol : 109.000.000 Km.
 Distância mínima do Sol : 107.400.000 Km.
 Velocidade orbital : 35,03 km/s
 Massa : $4,87 \times 10^{24}$ kg.
 Satélites : Nenhum conhecido.
 Revolução em torno do sol : 224,7 dias (1 ano)
 Rotação em torno de si mesma : 243,01 dias
 Variação da temperatura : 464° C
 Atmosfera : Dióxido de Carbono 96%, Nitrogênio 3,5%
 Monóxido de Carbono, Argônio, Dióxido de
 Enxofre e Vapor de água 0,5%.

- (5) Conhecido como planeta vermelho, Marte ficou famoso pelas teorias que no fim do século passado e início do atual deram como certa a existência de vida inteligente em sua superfície. A olho nu este planeta se apresenta brilhante. Sua cor avermelhada deve-se às enormes extensões de solo árido (deserto) que existem em sua superfície. Seu relevo é marcado por inúmeras crateras de origem meteoríticas, e algumas crateras vulcânicas. É importante salientar que Marte possui um dos maiores vulcões do sistema solar, “Monte Olimpo”, cuja cratera tem 600km de diâmetro e 25km de altitude.

Marte:

Posição em relação ao Sol : Quarto.
 Diâmetro equatorial : 6.786 km.
 Distância máxima do Sol : 249.100.000 Km.
 Distância mínima do Sol : 147.100.000 Km.
 Velocidade orbital : 24,13 km/s.
 Massa : $6,45 \cdot 10^{23}$ kg
 Satélites : 2
 Revolução em torno do sol : 1,88 anos terrestres.
 Rotação em torno de si mesma : 24,62 h
 Variação da temperatura : -40° C
 Atmosfera : Dióxido de Carbono 95%, Nitrogênio 2,7%, Argônio 1,6%, Oxigênio,
 Monóxido de Carbono e Vapor de água 0,7%.

- (6) Júpiter é o maior planeta do sistema solar, quase 11 vezes maior que a Terra e com massa aproximadamente 318 vezes maior. Por estar constantemente recoberto por uma espessa camada de nuvens e gases, é

praticamente impossível sua observação direta. O que observamos por intermédio de um telescópio é sua atmosfera. As diferentes colorações que surgem em faixas paralelas ao equador Jupteriano são provenientes dos compostos de metano e amoníaco. A mancha vermelha em sua superfície acredita-se que seja o vértice de uma enorme tempestade que se desenvolveu na atmosfera de Júpiter há vários séculos.

Um dos modelos mais conhecidos de Júpiter supõe que, a uma profundidade de 100km na atmosfera, o hidrogênio se apresenta líquido até 46.000km do centro. Nesse nível, a pressão deve atingir 3.000.000 de atmosferas e a temperatura de 11.000 kelvin.

Sua atmosfera é muito semelhante à que deve ter existido há bilhões de anos na Terra, Júpiter pode ser considerado um planeta do futuro. Assim, quando nossa Terra estiver gelada e morta, no planeta Júpiter poderá haver vida em desenvolvimento.

Júpiter:

Posição em relação ao Sol : Quinto.
 Diâmetro equatorial : 142.984 km.
 Distância máxima do Sol : 815.700.000 Km.
 Distância mínima do Sol : 740.900.000 Km.
 Velocidade orbital : 13,06 km/s.
 Massa : 1.900e27 kg.
 Satélites : 16
 Revolução em torno do sol : 11,86 anos terrestres.
 Rotação em torno de si mesma : 9:55 h
 Variação da temperatura : -120° C
 Atmosfera : Hidrogênio 90%,Hélio 10%,Traços de Amônia e Vapor de água.

SUGESTÕES DE ATIVIDADES:

1. Pesquisar a influência da Lua e do Sol sobre as marés.
2. Pesquisar sobre a possibilidade de existência de vida em Marte.
3. Pesquisar a origem e significado dos nomes dos planetas.

VALE A PENA CONFERIR:

4. Filmes: -“Cosmos” - Carl Sagan
5. Sites: - <http://www.netmogi.com.br/~orlsouza/solrsys.html>
6. Livros: - “ASIMOV EXPLICA” – Isaac Asimov – Ed. Francisco Alves

Anexo II

Capítulo II

Episódio 1:

O PESO DO CONHECIMENTO

Como fazia todas as noites, Ícaro liga seu computador buscando no mesmo **site** a música de Lenine e, ao som de *Tubi Tupy*, acessa a sala de bate-papo na esperança de encontrar o seu amigo virtual. Começa a navegar quando, de repente, é surpreendido por uma nova mensagem que aparece em sua tela.

Dédalo: Olá Ícaro estou aqui, como havia te prometido. E aí, ouviu a música? Gostou?

Ícaro: Chocante, viajei na música, até sonhei que estava viajando pelo espaço e visitei vários planetas. Não imaginava que fossem tão diferentes uns dos outros, sempre achei que todos eles eram bem parecidos e no sonho não eram.

Dédalo: Ainda bem que foi um sonho!

Ícaro: Mas, por quê?

Dédalo: Porque no sonho tudo é possível. Na realidade existem algumas condições para se viajar pelo espaço.

Ícaro: Que condições são essas?

Dédalo: Por exemplo: que roupa vc usava durante o sonho?

Ícaro: Usava roupas comuns e tinha asas.

Dédalo: Pois é, com roupas comuns você não agüentaria a variação de temperatura⁽¹⁾ ao longo da viagem. E asas ah,ah,ah... Asas para que? Para vencer a força da gravidade terrestre você teria que atingir uma velocidade maior que 11,6 km/s, que é a chamada velocidade de escape⁽²⁾. Já pensou você atingir isso usando asas? Talvez fosse interessante que você utilizasse as asas para direcionar o seu movimento.

Ícaro: Como assim? Sei que no espaço, não existe ar... então minhas asas não serviriam para nada! E você ainda vem dizendo que poderia direcionar meu movimento?

Dédalo: Pode sim! Uma possibilidade seria posicionar suas asas para o Sol.

Ícaro: E daí...

Dédalo: Ao direcionar as asas para o Sol a radiação exerceria uma pressão sobre elas que o impulsionaria.

Ícaro: Isso funciona?

Dédalo: Claro que sim! Isso é bastante parecido com o funcionamento de um radiômetro. Imagine um recipiente de vidro fechado, tipo um bulbo de lâmpada incandescente comum, com vácuo em seu interior onde aletas são montadas sobre um eixo, de tal forma que possam girar como um cata-vento quando a luz incide sobre elas, mostrando que a radiação exerce pressão sobre os corpos. (<http://www.fis.uc.pt/museu/149.htm>)

Ícaro: Então, quer dizer que minhas asas seriam impulsionadas pela radiação solar?

Dédalo: Sim! E tem mais, quanto maior a intensidade da radiação maior será o impulso recebido. No caso do radiômetro a maior intensidade de luz, aumenta a frequência de rotação das aletas.

(1), (2) Ver apêndice capítulo II

Episódio 2:

Dédalo: Como diria Guimarães Rosa “Professor não é aquele que ensina, mas aquele que de repente aprende...” e, além do mais, tudo o que você aprende na escola ou na vida pode não ter uma aplicação imediata, mas no futuro, ou em algum momento, poderá ser útil. Afinal, conhecimento não ocupa espaço.

Ícaro: É... também não tem massa!

Dédalo: Bem lembrado!

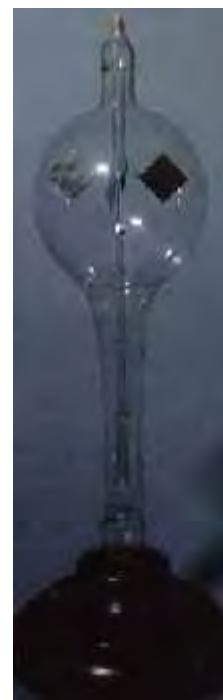
Ícaro: Meu professor de Física adora essa frase.

Dédalo: E aí, gostou da música que mandei?

Ícaro: Gostei, mas tenho algumas dúvidas.

Dédalo: E quais são as suas dúvidas?

Ícaro: Aí vai a minha primeira dúvida: somos feitos de restos de estrelas? Que negócio é esse?



Radiômetr

Episódio 3:

Dédalo: Certamente, as estrelas são os berçários da vida, é lá que se dá início à formação de qualquer tipo de elemento químico encontrado na natureza.

Ícaro: Berçário da vida, elemento químico? ...

Dédalo: Acho melhor, então, começar entendendo a formação do nosso sistema solar. Vamos lá?

Ícaro: Estou curioso...

Dédalo: Tudo começou há mais ou menos cinco bilhões de anos atrás, quando uma nuvem de gás e poeira começou a se contrair em algum ponto do universo. Conforme se contraía, passava a girar cada vez mais rápido, adquirindo o formato de um disco. Espere um pouco que estou lhe mandando uma imagem, mostrando como isto poderia ter ocorrido.

Episódio 4:

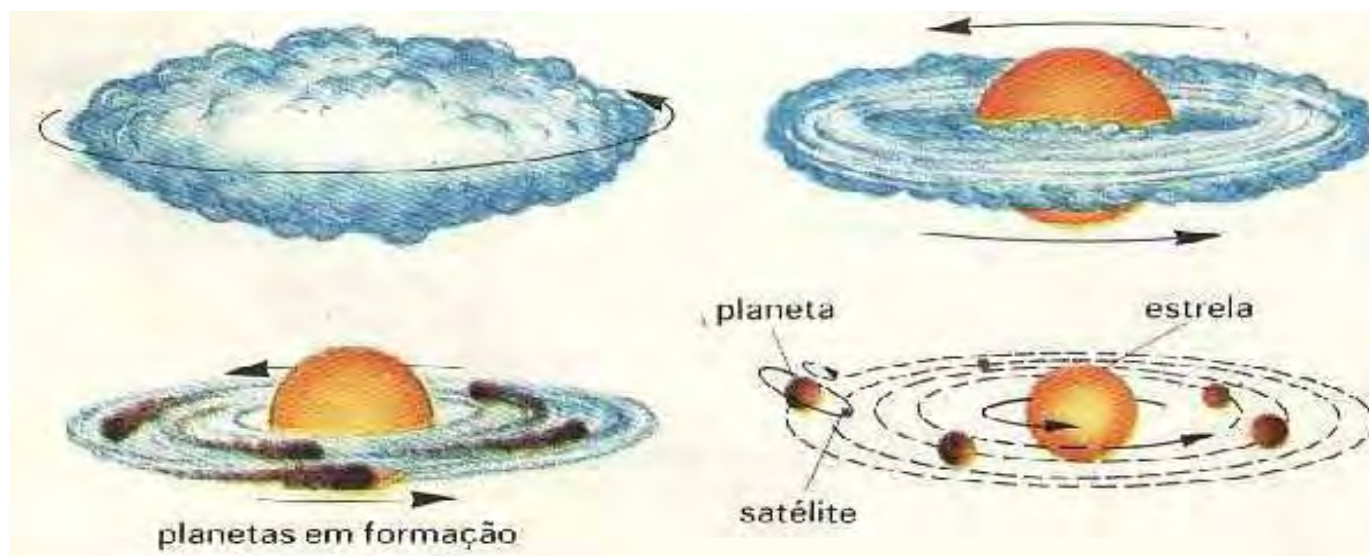


Figura do livro "NÓS E O UNIVERSO" de Elisabeth Barolli e Aurélio Gonçalves Filho – Ed. Scipione

Ícaro: Legal a imagem, mas ainda não entendi por quê se contraía?

Dédalo: Bem, isso é devido à força da gravidade. Todos os corpos que têm massa atraem-se uns aos outros. Por exemplo, quando vc conversa com um colega vcs estão se atraindo.

Ícaro: Sai pra lá! tá louco ! Eu nunca senti nada. Ainda se fosse com a minha mina.....

Dédalo: Sabe por que você não sente nada? É porque, dos tipos de forças que existem, esta é a mais fraca. Para que você tenha uma idéia, vamos usar um exemplo. Qual é seu o peso ?

Ícaro: Aproximadamente 70kg.

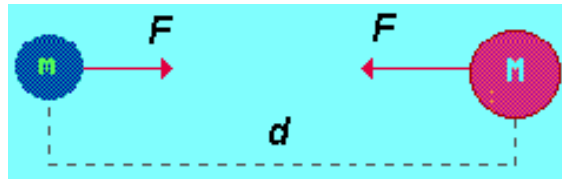
Dédalo: O valor que vc me forneceu não é o peso, e sim a massa. Considere uma outra pessoa de mesma massa que a sua, a uma distância de 1 m. Então a força de atração é..., me dá um tempo...

Dédalo: A força é de $3,27 \cdot 10^{-7} \text{N}$.



Episódio 5:

Ícaro: Nossa! É mesmo! Eu já tava fazendo confusão, peso é diferente de massa, peso é força. Mas como vc achou esse valor? Isso é muito ou pouco?



Dédalo: Lembra do Newton? De um dos seus trabalhos resultou uma elegante Lei que relaciona a força com a massa e a distância entre corpos. Matematicamente, essa lei pode ser expressa através

da equação: $F = \frac{G \cdot M \cdot m}{d^2}$, onde $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$ é uma constante, válida para qualquer

lugar do universo, e por isso recebe o nome de “ constante universal da gravitação”. Então é só substituir os dados na expressão matemática que você encontrará esse valor. Você disse que peso é força e isso é verdade, pois peso nada mais é do que a força com que a Terra, por ter massa, atrai os corpos que também têm massa.

Ícaro: Mas, afinal de contas, esse valor que vc achou é muito ou pouco?

Dédalo: Para entender melhor, se vc se lembrar que $P = m \cdot g$, que sua massa é 70kg e considerando

$g = 10 \frac{m}{s^2}$, fazendo o cálculo, verá que seu peso é de 700N na superfície terrestre. Comparando com

o valor da força de atração entre você e seu colega, que é de $3,27 \cdot 10^{-7}N$, ou seja 0,000000327N fica claro que esse valor passa despercebido no nosso dia-a-dia.

Episódio 6:

Ícaro: Nossa! Então é um valor muito pequeno! É por isso que nós não percebemos essa força. Eu só não entendi por que vc usou duas fórmulas diferentes?

Dédalo: Não são duas “fórmulas” diferentes, elas dizem a mesma coisa. Quando vc calcula o peso de um corpo

usando $P = m \cdot g$, vc está apenas simplificando $F = \frac{G \cdot M \cdot m}{d^2}$ e calculando a força de atração entre a Terra e o

referido corpo, só que com uma aproximação: o “d” que está no denominador é a distância do corpo ao centro da Terra e, se a distância do corpo até a superfície for muito pequena comparada com o raio da Terra, nós podemos desprezá-la e considerar o “d” como sendo simplesmente o raio da Terra ($d = R \approx 6.378km$). ... Você ainda está aí? Ou já desistiu da conversa?

Ícaro: Que nada, até que está bem interessante.

Dédalo: Então vamos continuar. Para vc ver como dá certo, vamos fazer novamente o cálculo do seu peso utilizando a fórmula da gravitação universal e considerando a massa da Terra como sendo $M = 6 \cdot 10^{24}kg$, mas com a aproximação que eu te falei; veja só:

$$F = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 70}{(6,378 \cdot 10^6)^2} \cong 700 \text{ ou seja } F = 700N, \text{ que é o peso do corpo.}$$

Ícaro: Mas como pode ser isso? Nas duas fórmulas eu coloco valores diferentes e o resultado é o mesmo?

Dédalo: Não é bem assim! O “g”, da fórmula $P = m \cdot g$, que vc considera como tendo o valor 10, nada mais é do que

o valor de $\frac{G \cdot M}{d^2}$; se vc substituir os valores de G, M e d vc terá

$$g = \frac{G \cdot M}{d^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(6,378 \cdot 10^6)^2} \cong 10, \text{ logo, } g = 10m \cdot s^{-2}.$$

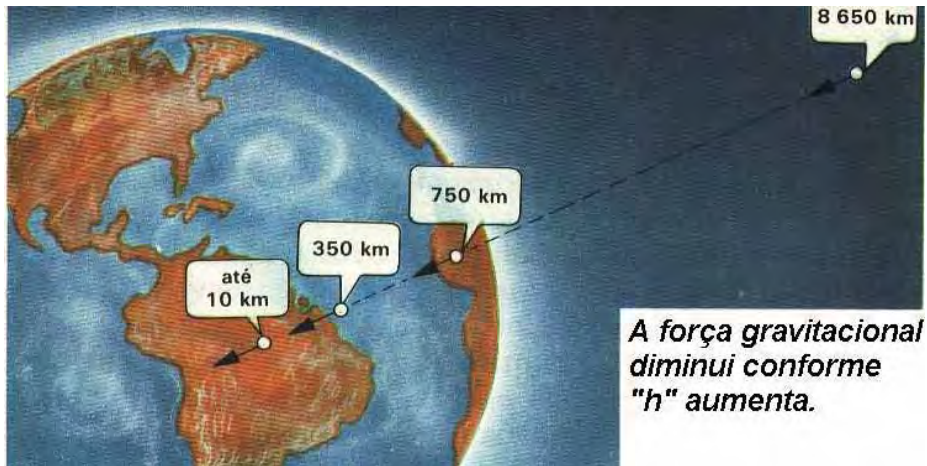
Ícaro: Então, $P = m \cdot g$ é o mesmo que $F = \frac{G \cdot M \cdot m}{d^2}$?

Dédalo: Não é bem assim, por enquanto aceitaremos essa simplificação. Consideramos o $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ para alturas pequenas (desprezíveis) comparadas com o tamanho do raio da Terra, e observe, estamos considerando a Terra com uma forma perfeitamente esférica o que na realidade já é uma aproximação.

Ícaro: E se a altura não for desprezada?

Dédalo: É simples! No lugar de “d” vc coloca “R+h” e trabalha com as fórmulas normalmente, onde “h” é a altura do corpo em relação à superfície e “R” é o raio da Terra.⁽³⁾

O que é força gravitacional e por que ela fez a nuvem de gás e poeira se contrair eu entendi, mas por que quanto mais se contraía mais rápido girava? Não foi isso que vc disse?



Dédalo: Bem, você já observou uma bailarina rodopiando? Quando ela quer girar com maior velocidade, ela fecha os braços. Você pode fazer uma experiência para confirmar o que estou te dizendo, por exemplo... sente-se com as pernas e os braços abertos numa cadeira giratória e peça a um de seus colegas para fazê-la rodar. Após começar a rodopiar, cruze os braços e encolha as pernas, vc verá que a velocidade de rotação aumenta. Procure fazer essa atividade e depois continuaremos, afinal não quero que você pense que Física é uma coisa chata.⁽⁴⁾

Ícaro: O que irá acontecer? – Pergunta Ícaro curioso em saber o que poderia acontecer.

A partir desse momento Ícaro não obtém mais respostas, pois Dédalo havia saído da sala.

Ícaro inquieto com tudo que ocorrera naquela noite prepara-se para dormir, já pensando como conseguirá realizar a experiência da cadeira giratória e quais os resultados que obterá.²

(3) e (4) Ver apêndice capítulo II

APÊNDICE – Capítulo II

- (2) A Própria atmosfera terrestre proporciona uma variação de temperatura muito grande, ou seja, enquanto próximo ao nível do mar (troposfera) a temperatura média é de 20° C , a 25km de altura a temperatura já caiu para -70° C , voltando posteriormente a subir para $+17^\circ \text{ C}$ e assim vai variando até chegar a $+2000^\circ \text{ C}$ no final da exosfera (camada final de nossa atmosfera).

- (3) Velocidade de escape de um corpo em relação a um determinado planeta é a velocidade necessária para que esse corpo atinja uma altura infinita em relação ao referido planeta. Podemos calcular o seu valor através do “Princípio da conservação de energia”.

A energia mecânica de um corpo na superfície da Terra será a soma de sua energia cinética ($E_C = \frac{m \cdot v^2}{2}$)

com sua energia potencial ($E_P = -\frac{G \cdot M \cdot m}{R}$). A mesma energia mecânica do mesmo corpo quanto

atingir a altura h será a soma de sua nova energia cinética ($E'_C = \frac{m \cdot v_F^2}{2}$) com sua nova energia potencial

$(E'_p = -\frac{G \cdot M \cdot m}{(R+h)})$. Podemos escrever $\frac{m \cdot v^2}{2} + (-\frac{G \cdot M \cdot m}{R}) = \frac{m \cdot v_F^2}{2} + (-\frac{G \cdot M \cdot m}{(R+h)})$. Para calcular a velocidade de escape do corpo, devemos considerar que ele atinge a altura h infinito com velocidade nula, ou seja, $\frac{m \cdot v_E^2}{2} - \frac{G \cdot M \cdot m}{R} = 0$, logo, $v_E = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{R}}$. Se substituirmos os valores de $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$, $M=6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ (massa da Terra) e $R=6,378 \cdot 10^6 \text{ m}$ (raio da Terra) chegaremos ao valor de $v_E= 11202 \text{ m/s}$, ou seja, $11,2 \text{ km/s}$. A diferença deste valor para o que foi apresentado no texto está na aproximação dos valores utilizados no cálculo.

- (4) Na fórmula da gravitação universal, trocando “d” por “R+h”, teremos: $F = \frac{G \cdot M \cdot m}{(R+h)^2}$ e

$$g = \frac{G \cdot M}{(R+h)^2} \text{ onde, como já dissemos: “h” é a altura do corpo em relação à superfície e “R” é o raio da Terra.}$$

Exemplo:

-O peso do garoto a que se refere o texto será ao nível do mar, $h=0$:

$$F = (6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 70) / (6,378 \cdot 10^6 + 0)^2 = 688,662 \text{ N} \text{ o que aproximamos para } 700 \text{ N}$$

-O peso do mesmo garoto agora calculado a uma altura de 700 km ($0,7 \cdot 10^6 \text{ m}$), que corresponde à Exosfera, a camada final da atmosfera terrestre, passa a ser:

$$F = (6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 70) / (6,378 \cdot 10^6 + 0,7 \cdot 10^6)^2 = 559,183 \text{ N}$$

- (5) Os resultados obtidos ao se fazer a atividade da cadeira giratória, está relacionada com o “Princípio da conservação da quantidade de movimento angular”. Se nenhum torque externo atuar num corpo que está girando em torno de um eixo, ele permanecerá girando.

SUGESTÕES DE ATIVIDADES:

5. Pesquisar sobre a composição de nossa atmosfera, a variação de pressão e temperatura com a altura;
6. Pelo apêndice verifica-se que a velocidade de escape depende somente da massa do planeta e de seu raio. Determine a intensidade da velocidade que deveria ter uma nave espacial para conseguir escapar da força gravitacional do planeta Marte.
7. Pesquisar sobre conservação da energia mecânica. Quando lançamos um corpo para o alto, sua energia mecânica sempre se conserva?
8. Pesquisar sobre a influência do ar no movimento de subida e queda dos corpos;

VALE A PENA CONFERIR:

7. Sites: - <http://fisicanet.terra.com.br/>
8. Livros: - "Newton e a Gravitação"- Caminhos da Ciência - Editora Scipione

Anexo III

Capítulo III

Episódio 1:

UNIVERSO É ASSIM...

Logo pela manhã, mesmo com todo o seu entusiasmo e uma vontade imensa de obter respostas para o que havia acontecido na noite anterior, Ícaro, como qualquer jovem, tinha seus deveres e também outros interesses como jogar futebol, namorar, ouvir música e etc.. e como era sábado, o dia era propício para que tudo isso acontecesse. De imediato, resolve então ligar para a Sandrinha, sua namorada.

– Oi gatinha! E aí, tudo bem? Estou morrendo de saudades de você.

– Ícaro, o que aconteceu com você? Não tem ligado com tanta frequência, estou preocupada, você não arrumou outra namorada...não é mesmo? – A namorada desconfiada pergunta irritada.

Ícaro percebe que sua namorada tem razão, pois nos últimos dias seus pensamentos encontram-se em outro mundo, o mundo da Física, e que para ele ainda soava como algo novo e intrigante.

– Claro que não. – Responde Ícaro afetuosamente. – Você continua sendo a minha preferida.

– Quer dizer que existem outras? – Pergunta a namorada.

E Ícaro, com toda a cautela, responde:

– Só existe você em minha vida.

Sandrinha, realmente percebe que o garoto está falando a verdade e não hesita em convidá-lo para sair à noite.

– Ícaro, eu ficaria muito contente se pudéssemos sair esta noite.

– Legal, lembra daquele lugar em que a moçada costuma ir? – Pergunta o garoto, muito feliz com a atitude de sua namorada.

– Claro que sim! Pois foi lá que nos conhecemos.

– Ok! Então fica combinado. Estarei em sua casa às oito e trinta.

Neste instante Ícaro pensa – Eu deveria ter dito oito horas e trinta minutos, esqueci das unidades de medidas. Meu Deus! Estou ficando viciado em Física.

Episódio 2:

Leitura do texto

Logo após desligar o telefone, Ícaro comenta com sua mãe que sua namorada, apesar de um pouco desconfiada, convidou-o para sair. Nesse momento Ícaro imagina como seria bom se pudesse não ir a pé.

E resolveu pedir o carro a sua mãe, pois sabia que ela conseguiria convencer seu pai.

– Mãe, estou precisando de um favor da senhora. Prometo que é bem simples. Sabe a Sandrinha, pois é, vou sair com ela hoje à noite. Será que o pai emprestaria o carro? – Sua mãe responde logo de imediato:

– Ícaro, você sabe muito bem o que eu penso a respeito, você é menor de idade, ainda não tem habilitação para dirigir. Você já imaginou se a polícia te pega ou se acontece alguma coisa? O problema que daria para você e o seu pai.

Ícaro responde entre os dentes. – Não seja tão trágica! – Porém acaba entendendo e se conformando.

Como o dia estava só começando, muitas surpresas ainda estavam por vir, pois naquela tarde pretendia jogar bola com os amigos. Quando voltou do jogo estava muito cansado e foi logo tomar um banho, preparando-se para o encontro.

– Ícaro não demore tanto no banho. – Fala sua mãe.

Pois Ícaro tinha o hábito de ficar horas e mais horas no chuveiro. Porém o que lhe preocupava naquele momento é o fato de não poder decepcionar sua namorada, desviando o seu pensamento para o que tinha ocorrido nos últimos dias, além do mais já fazia um tempo que eles não se viam, e a garota andava um pouco triste e desconfiada pela sua ausência.

Logo após o banho começou a se arrumar, até parecia que era a primeira vez que estava se encontrando com sua namorada, pois não parava de olhar para o espelho e se admirar.

– Imagina só se o pessoal está por aqui? O que eles não iriam pensar?

– Que tanto olha no espelho, Ícaro? – Indaga sua mãe ao passar em frente ao seu quarto que estava com a porta entreaberta.

– Mãe! Tenho que ficar bem bonito, a senhora esqueceu que hoje encontro a Sandrinha. Além do mais, a menina já está desconfiada por eu andar sumido. Tenho que marcar presença, não é?

– Esta certo filho, só que pra mim você já é bonito de qualquer jeito. – Ícaro fica com o rosto todo vermelho e sem graça

- Ah!... Para com isso mãe! – Mas, se enche de satisfação com o elogio da mãe. Logo em seguida Ícaro diz a sua mãe que está de saída.

E sua mãe em tom de alerta, afirma:

- Não demore filho, você sabe muito bem como é seu pai.

A caminhada era um pouco longa, pois a garota não morava tão perto de sua casa.

Episódio 3:

leitura do texto.

Ao chegar na casa de Sandrinha, percebe a ansiedade da menina que já lhe esperava no portão, toda satisfeita por rever o namorado.

- Oi, Ícaro, tudo bem! Que bom ver você.
- Pô!... Sandra não faz tanto tempo assim, do jeito que você falou parece que faz uma eternidade que a gente não se vê.
- Que nada eu só estava com saudades. – Responde Sandra um pouco mais entusiasmada com a presença do namorado.
- Mãe, já estou indo.
- Muito cuidado com minha filha Ícaro.– Responde sua mãe.
- Poxa vida, você me mata de vergonha!-Murmura Sandrinha.

Ao chegar na lanchonete, encontram-se com alguns amigos, batem um papo e logo em seguida sentam-se para lanchar.

Nesse momento Ícaro pergunta para sua namorada:

- Você percebeu que tem algo diferente na lanchonete?
- O que Ícaro? Não percebi.
- A música ao vivo. – Comenta Ícaro.
- É verdade, assim o ambiente fica mais agradável.

Logo após o comentário feito por Sandrinha o garçom aproxima-se e entrega o cardápio. A escolha é feita rapidamente, pois ambos estavam com muita fome.

Depois de ter lanchado, Ícaro pede licença a sua namorada e vai ao banheiro e na volta percebe que as cadeiras do balcão são giratórias e resolve fazer o experimento proposto por Dédalos e percebe que ele estava correto.⁽¹⁾

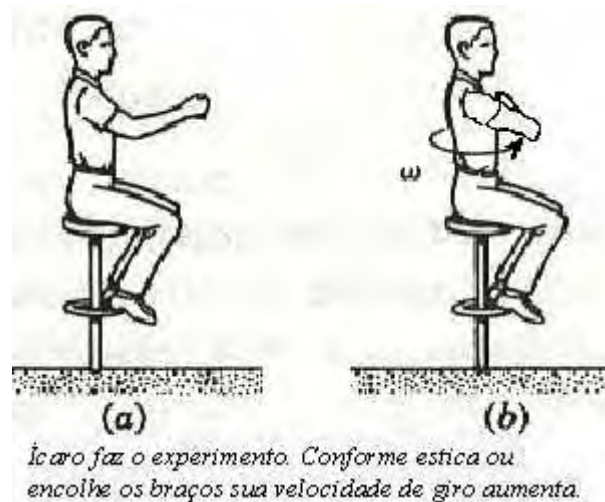
Ao chegar na mesa, sua namorada curiosa comenta: – O que foi aquilo Ícaro?

- O que foi o que?
- Porque você estava girando naquela cadeira?

Meio envergonhado Ícaro responde: – Não é nada não Sandrinha... eu só estava me divertindo um pouco.

A noite transcorre naturalmente para alívio de Sandrinha que temia pelo relacionamento. Ícaro voltava a se comportar normalmente, porém durante o trajeto de volta para casa estava pensativo demais, uma vez que aquela cadeira giratória não saía de sua cabeça.

Despede-se de Sandrinha e vai para casa na expectativa de encontrar Dédalos e buscar respostas para o que vivenciou.



(1) Ver apêndice capítulo III

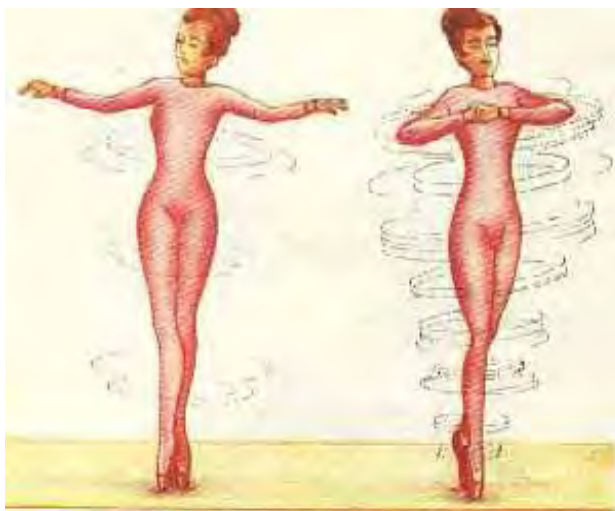
Episódio 4:

Algum tempo depois em seu quarto acessa a Internet ansioso para encontrar seu amigo virtual.

E naquela sala de sempre...

Ícaro: Olá! Hoje estive na lanchonete. Lá existe uma cadeira giratória, aquela de balcão. Fiz a experiência que você havia sugerido. Por que quando fecho os braços a velocidade do giro aumenta?

Dédalo: Da mesma forma que um objeto em repouso tende a permanecer em repouso e quando em movimento tende a permanecer em movimento retilíneo uniforme, **um objeto em rotação em torno de um determinado eixo tende a conservar o seu movimento de rotação em torno desse eixo, a menos que sofra a ação de uma força externa**⁽²⁾. Com os braços e pernas encolhidos, a distribuição da massa fica concentrada mais próxima ao eixo e mais rapidamente você pode girar. Essa relação de dependência entre a rapidez de rotação e a distribuição da massa é explicada pelo "**Princípio de conservação de quantidade de movimento angular**"⁽³⁾. Isso tudo explica o porquê da nuvem de gás e poeira aumentar a sua velocidade de giro ao se contrair.



Do mesmo modo que acontece com a cadeira giratória, com os braços fechados a bailarina rodona com maior

Ícaro: Legal! Acho que entendi! Agora continue a história por que eu já estou cansado de forças.

Dédalo: Agora que você já fez a experiência da cadeira giratória, podemos continuar falando a respeito da formação dos planetas. Lembra que esta era a sua dúvida?

Ícaro: Lembro sim e devo reconhecer que isso não me sai da cabeça, tenho percebido que nas últimas semanas muita coisa vem me intrigando... a formação dos planetas, do Universo, a origem da vida...

(2) e (3) Ver apêndice capítulo III

Dédalo: Ícaro, todos estes seus questionamentos vêm intrigando e despertando a curiosidade de muita gente ao longo da História da humanidade. Filósofos, cientistas e sonhadores gastaram grande parte de sua vida buscando respostas e saciando suas curiosidades. Então não desanime, vá em frente.

Ícaro: Tudo bem! Fale um pouco mais a respeito da formação dos planetas?

Dédalo: Então vamos lá! Existe um modelo através do qual acredita-se que, devido à ação da força gravitacional, a massa dessa nuvem de gás e poeira foi se concentrando, provocando um aumento de sua velocidade de rotação, como já lhe falei. Isso fez com que parte do material se concentrasse num núcleo, enquanto surgia um achatamento periférico fazendo com que o conjunto se assemelhasse a um grande chapéu mexicano. Lembra da foto que te mandei?

Ícaro: Lembro sim!

Dédalo: Como resultado desse movimento cada vez mais rápido nas proximidades do centro em comparação com a periferia, parte do material foi se separando e formando pequenas concentrações que deram origem aos planetas e satélites⁽⁴⁾. Eu e muitas outras pessoas acreditamos ter sido assim que se formou o nosso sistema solar e muito outros que existem no universo.

Ícaro: Durante a História da Humanidade as pessoas sempre acreditaram que foi assim que o nosso sistema solar se formou? Ou já teve alguém pensando diferente?

Dédalo: Esta História é muito longa e está ficando tarde, conversaremos sobre isso numa próxima oportunidade.

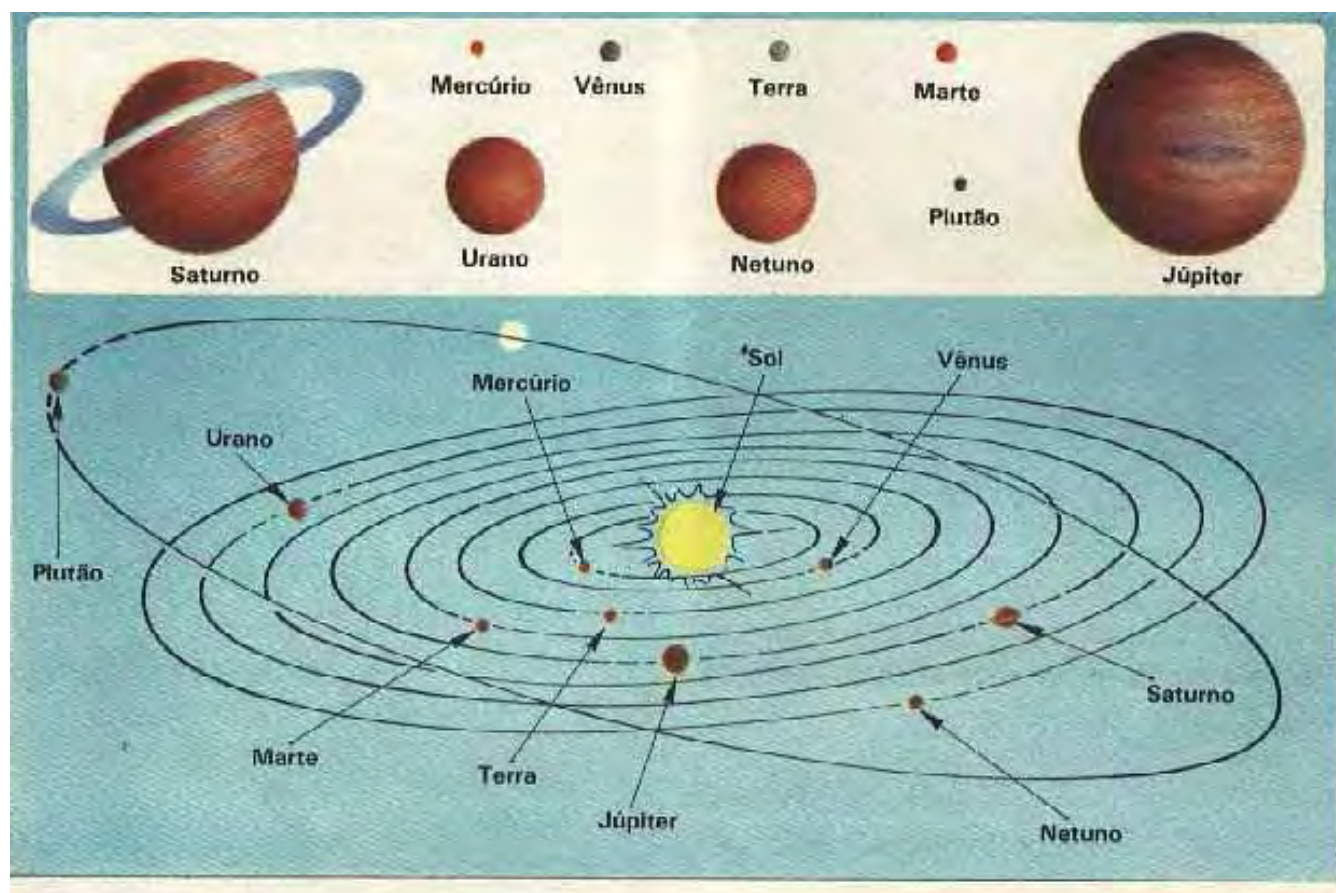
Ícaro: Tudo bem, amanhã eu tenho que acordar cedo. A minha sala irá com a professora de Português assistir a uma peça de teatro.

Dédalo: Bem, só para terminar, estou mandando para você o modelo atual do sistema solar. Observe a relação de tamanho entre os planetas. Espero que você goste da peça que irá assistir amanhã. Boa noite, Ícaro.

(4) Ver apêndice capítulo III

Ícaro,

Eis aqui o desenho que eu prometi!



Modelo atual do SISTEMA SOLAR. Observe a relação de tamanho entre os planetas.

APÊNDICE – Capítulo III

(1) O motivo da variação da velocidade, em virtude de se esticar ou encolher os braços, está explicado na seqüência do texto. Este experimento fica muito interessante se tivermos à mão uma roda de bicicleta. Sentados na cadeira giratória e segurando a roda pelo eixo, pedimos a alguém que a gire com uma grande velocidade. Se fizermos um rápido movimento com o eixo de modo que este passe a fazer um certo ângulo com a sua direção inicial, começaremos a girar através da cadeira.

(2) Forças internas de um sistema são consideradas as forças que as partículas ou corpos constituintes do sistema exercem umas sobre as outras. Segundo a terceira Lei de Newton, estas forças internas ocorrerão aos pares, cada par sendo formado por duas forças de mesmo módulo, mesma direção e sentidos contrários e, assim, elas não influenciam na resultante. Chamaremos de forças externas ao sistema aquelas exercidas, no sistema, por partículas ou corpos que não fazem parte do mesmo.

(3) "Princípio de conservação de quantidade de movimento angular": Um sistema em rotação em torno de um determinado eixo tende a conservar o seu movimento de rotação em torno desse eixo, a menos que sofra a ação de uma força externa que cause um torque resultante não nulo.

(4) Esta teoria sobre a formação dos planetas, apesar de bem aceita pela comunidade científica, ainda não pôde ser provada, deixando alguns questionamentos em aberto.

SUGESTÕES DE ATIVIDADES:

1. Realizar o experimento da cadeira giratória conforme descrito no apêndice;

2. Pesquisar sobre quantidade de movimento linear e quantidade de movimento angular;
3. Pesquisar sobre conservação da quantidade de movimento linear e quantidade de movimento angular;
4. Pesquisar sobre sistemas isolados e equilíbrio dos corpos;

VALE A PENA CONFERIR:

1. Sites: - <http://www.fourmilab.com/>
 - <http://www.gd.com.br/cofsp/>

Anexo IV

Capítulo IV

Episódio 1:

O SANTO INQUÉRITO

Logo pela manhã Ícaro acorda extremamente entusiasmado. Senta-se à mesa e toma um belo café da manhã. Sem muita pressa, comenta com sua mãe a expectativa da peça que iria assistir. Apesar da pouca informação que possuía, o nome lhe chamava atenção, “**O Santo Inquérito**” de Dias Gomes.

Ao chegar na escola, todos já estavam preparados para partir, só faltava Ícaro que chega correndo com medo de perder o ônibus.

Um de seus amigos grita pela janela do veículo que já estava em funcionamento.

– E aí, Ícaro! Continua sonhando com as estrelas? Se pelo menos fossem as de Hollywood!

– Ícaro sorri, mas não comenta nada.

Ao entrar no ônibus percebe a energia de todos os seus amigos, pois a farra já estava formada. Boa parte de seus amigos já se concentrava no fundo, onde um violão já animava a manhã que prometia ser muito agradável.

E por chegar atrasado, Ícaro é obrigado a sentar-se em uma poltrona mais à frente, bem ao lado da professora de Português que logo comenta: – “Boa tarde” Sr. Ícaro, pensei que você havia resolvido ir voando.– Ícaro meio espantado com a brincadeira da professora, dá um sorriso bem tímido e responde – Até a senhora professora!– E a professora, em tom amistoso lhe desculpa pelo atraso, dizendo -Tudo bem, o importante é não perder a peça.

–Por falar nisso. Do que se trata essa peça? – Pergunta Ícaro curioso.

A professora explica: – A peça se passa por volta de 1750, período em que as questões que pudessem abalar a fé Cristã eram tratadas como heresia, e podiam terminar em morte na fogueira.

–Professora! Veja se eu entendi? Depois de assistir a peça, nós vamos ter que fazer um trabalho, mas qual deverá ser o tema?

–Você deverá escolher qualquer um que esteja no contexto da peça.

Na chegada, a professora, com muita dificuldade, consegue organizar a entrada de todos no teatro. Logo na entrada, deparam com alguém deitado no chão, bem no centro do palco.

Após todos se acomodarem a peça se inicia, e a pessoa deitada revela-se ser Branca, personagem principal da peça.

O enredo de paixão e intrigas envolvia a todos, mas um determinado trecho chama a atenção de Ícaro, quando através de um diálogo com seu noivo Augusto, Branca envolta em dúvidas afirma:

.....Não sei explicar. Mas de um momento para outro, eu me senti tão só, tão desamparada. Só me aconteceu isso uma vez, quando eu era menina e alguém me disse que a Terra se movia no espaço. Não sei que sábio havia descoberto. Até então, a Terra me parecia tão sólida, tão firme...De repente, comecei a pensar em mim mesma, uma pobre criança, montada num planeta louco, que corria pelo céu girando em volta de si mesmo, como um pião. E tive medo, pela primeira vez na vida. Uma sensação de insegurança me fez passar noites sem dormir, imaginando que durante o sono podia rolar no espaço como uma estrela cadente.

Ícaro fica encantado com o que estava ouvindo, pois tudo parecia estar sendo dito para ele, que também em um sonho tinha experimentado a mesma sensação.

Até o final, a peça conseguiu prender a atenção de todos, e durante o trajeto de volta à escola, Ícaro atormentado com o que ouvira, procurava o tema do trabalho que deveria fazer e não conseguia chegar a nenhuma conclusão.

Chegando em casa, como era de hábito, corre para o computador e resolve navegar, talvez, assim, a inspiração surgisse. Não demorou muito e Dédalo entra na sala.

Dédalo: E aí Ícaro, como foi a peça?

Ícaro: Achei a peça interessante e gostei muito de um trecho em que um dos personagens descrevia o movimento da Terra, na qual demonstrava toda a sua angústia ao saber que a Terra poderia girar e se deslocar no espaço. Sabe Dédalo, ainda percebi que não estou sozinho, que a minha angústia e ansiedade também influenciou a vida de muitas pessoas no passado. Estive pensando até em realizar um trabalho mostrando como foi a evolução e a

concepção que havia a respeito da formação do nosso sistema solar. O que você acha? - Pergunta Ícaro entusiasmado.

Dédalo: Acredito que seja algo muito interessante, porém vai exigir que se faça uma pesquisa muito aprimorada sobre o assunto. Algo que vai exigir algum trabalho, se você estiver disposto, vá em frente.

Ícaro já estava um pouco cansado e resolve se despedir de Dédalo, pois sabia que no dia seguinte teria muito trabalho pela frente. Logo de manhã toma seu café rapidamente e vai para a escola. Chegando lá, resolve antes de começar as aulas procurar a professora de Português e comentar a respeito do trabalho que gostaria de realizar. A professora fica muito satisfeita e diz que é um trabalho maravilhoso, e que estaria disposta a colaborar no que fosse necessário.

Durante algumas semanas Ícaro incansavelmente pesquisa a respeito de seu trabalho, pois sabia que estava próximo da apresentação e resolve entregar uma cópia para sua professora analisar.

Episódio 2:

TRABALHO DE PORTUGUÊS

NOME: Ícaro

SÉRIE: 2ª A

PROFESSOR(A): Paula Soares

CONCEPÇÕES HISTÓRICAS SOBRE NOSSO SISTEMA SOLAR.

Quem somos?

De onde viemos?

Para onde iremos?

Há realmente um criador de toda essa bela complexidade?

Somos um produto do acaso?

Mas o homem, diante de todas essas perguntas, não ficou apenas diante do inquérito filosófico da sua existência. Desde cedo, procurou explicações para as suas observações. A história da ciência mostra que esta preocupação de conhecer o universo é muito antiga, talvez muito mais do que explicar os fenômenos acontecidos na própria Terra.

A Astronomia é a mais antiga das ciências. As quantidades de informações astronômicas, conseguidas desde épocas remotas, são realmente surpreendentes. Isto se deve, provavelmente, à influência que os fenômenos celestes exerciam sobre a vida dos povos mais antigos. Assim, a necessidade de se estabelecer as épocas de plantio e colheita e sua relação com as posições do Sol, da Lua e das estrelas, levaram os astrônomos da antiguidade a coletar um grande número de dados sobre os movimentos destes astros.

As primeiras idéias - As primeiras tentativas para explicar o movimento dos corpos celestes surgem no século IV a.C., e foram feitas pelos habitantes da Suméria, reino situado entre os rios Tigre e Eufrates, no atual Iraque. Para este povo, a Terra era plana e, sobre ela, tinha uma abóbada celeste feita de estanho; o Sol, a Lua, os planetas e as estrelas se moviam entre a Terra e essa abóbada, seguindo os desígnios dos deuses.

Na Grécia Antiga uma das principais ocupações dos filósofos era debater as concepções do cosmos.

Vários desses pensadores imaginaram formas de explicar a criação e a estrutura do universo.

Tales de Mileto, no século VI a.C., considerava a Terra um disco que emergiu das águas eternas em que flutuava. Ele concluiu que a chuva era prova de que a água não somente circundava a Terra como também a abóbada celeste, onde estavam os planetas, as estrelas, o Sol e a Lua. Tales formulou uma pergunta revolucionária que influenciou no pensamento grego: de que matéria prima fundamental era constituído o universo?

Anaximandro, filósofo contemporâneo de Tales, garantia que o universo havia nascido de uma bola de fogo. A Terra flutuava no centro, cercada por círculos de fogo envoltos em névoa, através dos quais rolavam os corpos celestes. O universo era rodeado por uma esfera de fogo situada além do Sol e da Lua.

Anaxímenes, discípulo de Anaximandro, considerava o ar como substância primordial, que estaria permanentemente em movimento, condensando formando a névoa ou nuvem e depois a água que com a condensação formava a terra, rochas e se o ar fosse rarefeito formava o fogo.

Acreditava que a Terra e o Sol flutuavam e que as estrelas estavam presas a uma esfera de cristal.

Um século mais tarde, o filósofo **Filolau**, em meados do séc.V a.C., apresentou um sistema realmente revolucionário: a Terra deixou de ser o centro do universo e foi apresentado como uma esfera, sendo que o Sol era iluminado por um fogo central. Filolau acreditava que o "10" era o número da perfeição, e por isso o universo deveria ter dez corpos celestes. Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno eram os cinco planetas conhecidos na época, mais o Sol, a Lua, a Terra, a esfera das estrelas e o décimo corpo: a anti-terra que circulava entre a Terra e o fogo central. Os corpos celestes descreviam trajetórias circulares, girando dentro de uma esfera flamejante.

Demócrito (460 a.C. - 370 a. C), o qual adotou e desenvolveu as idéias da teoria atômica, considerava o universo constituído de partículas indivisíveis, os "**atoma**" em números infinitos, invisíveis, eternos e em movimento através do vácuo ("**kenon**"), de extensão infinita.

No século IV a.C, **Platão** lançou a concepção de um mundo esférico em que os movimentos dos corpos celestes deviam ser realizados em círculos perfeitos e com velocidade uniforme.

Esta descrição elaborada por Platão inseria-se na sua concepção idealista de conceber o mundo.

Na citação seguinte ele introduzia a concepção de esfericidade da Terra e de seu movimento circular.

“Para a forma deu-lhe a que lhe convinha e que tinha afinidades com ele. Ora, a forma que convinha ao animal que devia conter todos os animais é a que encerra toda a outra forma. Por isso deu ao mundo a forma esférica, cujas extremidades estão todas a igual distância do centro.

Sendo esta mesma forma circular a mais perfeita de todas e a mais semelhante a si mesma, pois ele pensava que o semelhante é infinitamente mais belo que o dessemelhante. Além disso, arredondou e poliu toda a sua superfície externa por várias razões. (...) Atribui-lhe um movimento ao seu corpo, o dos sete movimentos (movimento circular e os movimentos para a esquerda e da esquerda para a direita, da frente para trás e de trás para frente, de cima para baixo e de baixo para cima), que melhor se ajusta à inteligência e ao pensamento. Conseqüentemente, fê-lo girar uniformemente sobre si mesmo no mesmo lugar e impôs-lhe o movimento circular; quanto aos outros seis movimentos proibiu-lhos e impediu-o de errar como eles. Como não eram precisos pés para esta rotação, criou-o sem pernas e sem pés”.

Episódio 3:

Coube a **Aristóteles**, inicialmente um discípulo de Platão, nesse mesmo século IV a C, encaixar as idéias platônicas num sistema mais completo, coerente e com base empírica, que se firmou como grande paradigma da ciência grega.

Na citação seguinte tomamos conhecimento da gênese da esfericidade terrestre e da origem da idéia de lugar natural presente na descrição do movimento natural de queda dos graves:

“(...) este mundo é único, solitário e completo. É claro que não há nada, nem lugar, nem vácuo, além dos céus (...) O movimento natural da Terra como um todo, como de todas as suas partes, está dirigido para o centro do universo; esta é a razão de por que ela está no centro (...) assim, a Terra e o Universo têm o mesmo centro, (...) os corpos pesados movem-se para o centro da Terra apenas incidentalmente, pois seu centro está no centro do Universo (...) Assim, a Terra não se move (...) a razão para essa imobilidade é clara (...) é da natureza da Terra mover-se de todos os lados para o centro (como as observações mostram), assim como a do fogo é mover-se para fora do centro(...) é impossível(portanto) para qualquer porção de Terra mover-se para fora do centro(naturalmente) sem coração(...) sua forma deve ser esférica (...), pois se partes iguais são adicionados em todas as partes, a extremidades deve estar a uma distância constante do centro. Tal forma só pode ser esférica (...)”.

Episódio 4:

Aristóteles, no que diz respeito ao pensamento científico grego, foi o filósofo grego que deixou marcas mais profundas nos variados campos. Uma das razões talvez seja o fato de que a maior parte dos seus escritos chegou quase inteiramente até nós.

Entre as idéias desenvolvidas por Aristóteles podemos destacar:

- Introduziu uma concepção de esfericidade da Terra muito mais sofisticada que aquela apresentada por Platão.
- Os corpos celestes são dotados de movimento natural, descrevendo uma trajetória circular perfeita.
- Que os corpos celestes giravam em torno de uma Terra imóvel.

No século III a.C., **Aristarco de Samos** propunha uma concepção de universo diferente da defendida por Platão e Aristóteles.

Aristarco imaginou o Sol situado no centro do universo e os demais corpos celestes, inclusive a Terra, em movimento orbital ao seu redor. Poucos dos seus escritos chegaram até a nossa época, mas o testemunho de Arquimedes e Plutarco registram sua concepção heliocêntrica. Plutarco escrevia que Aristarco de Samos supunha que o céu permanecia imóvel e que a Terra se movia num círculo oblíquo, girando ao mesmo tempo sobre o seu eixo.

Esta concepção foi derrotada pela visão geocêntrica dominante. A astronomia de Aristarco foi repelida e esquecida por quase dois mil anos. Deve-se frisar que, certamente, um dos motivos dessa rejeição se baseia em algo bem mais calcado no realismo, pois, contrariava tudo aquilo que era indicado pelos sentidos na experiência cotidiana, Aristarco afirmava que a Terra estava em movimento (tudo indicava que ela estava parada!).

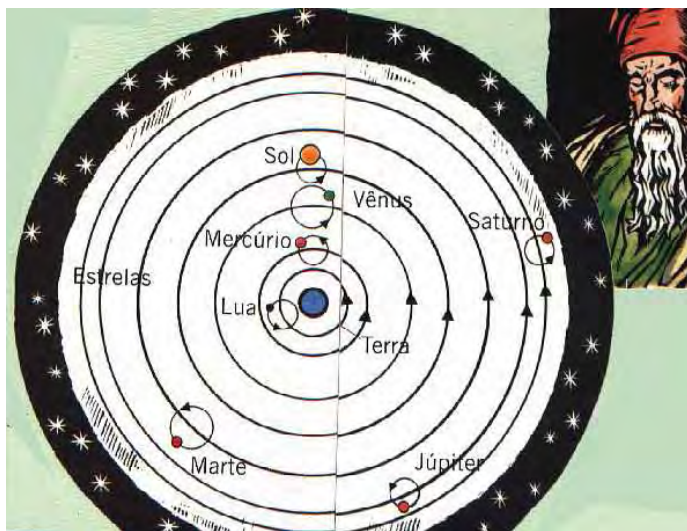
Algo que perturbou os astrônomos gregos geocentristas era o que acontecia com os planetas que, ao contrário da expectativa do movimento circular e uniforme ao redor da Terra, apresentavam um movimento irregular em determinadas partes de sua órbita.

Assim, no século II a.C., a fim de salvar as aparências do movimento desses planetas, **Hiparco** introduziu um artifício geométrico que considerava um círculo centrado na Terra, o deferente, sobre o qual estava centrado um outro círculo em movimento, o epiciclo, no qual estava localizado o planeta também em movimento.

O sistema de Ptolomeu – Na base desses raciocínios, Cláudio Ptolomeu (séc. III d.C.) realizou a grande síntese da astronomia grega que foi coletada no seu livro *Almagesto*, nome atribuído pelos árabes, que se transformou numa verdadeira bíblia da astronomia até o começo do século XVII. Criou um modelo de universo plausível com a idéia de a Terra estar no centro do universo.

Ptolomeu supunha que os planetas moviam-se em círculos, cujos centros giravam em torno da Terra. Com isso, além de apresentar um modelo mais simples do que o dos gregos, ele conseguiu um melhor ajustamento aos movimentos observados no céu.

Face à razoável precisão das previsões feitas em seu sistema e, também, por sua teoria se adaptar muito à filosofia religiosa da Idade Média, ao colocar a Terra no centro do Universo, as idéias de Ptolomeu



perduraram durante praticamente 13 séculos. Entretanto, as sucessivas modificações introduzidas neste modelo, para torná-lo adaptado às observações que foram se acumulando durante este longo período, acabaram por tornar o sistema de Ptolomeu também muito complicado. A complexidade do sistema deve-se a criação das idéias de epiciclos.

Nos epiciclos cada planeta girava descrevendo círculos sobre a esfera menor, cujo centro estava situado na esfera maior.

Com o passar do tempo, porém, foi-se percebendo que o mecanismo não explicava satisfatoriamente os movimentos celestes. Como resultado, o

número de epiciclos cresceu enormemente, chegando a conter 80 deles, de tal forma que no tempo de Copérnico a confusão era tão grande que já escapava da compreensão dos estudiosos. Para coroar complicadíssimo mecanismo, os teólogos medievais povoavam o céu com exército de anjos, querubins e cada uns eram responsáveis por um epiciclo.

Episódio 5:

O sistema heliocêntrico de Copérnico - O astrônomo polonês, Nicolau Copérnico (1473-1543), no século XVI, apresentou um modelo mais simples para substituir o sistema de Ptolomeu. Sendo um homem religioso, Copérnico acreditava que “o Universo deveria ser mais simples, pois Deus não faria um mundo tão complicado quanto o de Ptolomeu”.

No modelo de Copérnico, o Sol estaria em repouso e os planetas, inclusive a Terra, giravam em torno dele em órbitas circulares (teoria heliocêntrica), além disso Copérnico pensou que o Sol, sendo o único astro do sistema solar a ter luz própria, não poderia ficar fora do centro, para que pudesse iluminar bem os demais planetas. Com sua teoria heliocêntrica, Copérnico conseguia uma descrição dos movimentos dos corpos celestes tão satisfatória quanto aquela obtida através do sistema de Ptolomeu, com vantagem de ser um modelo bem mais simples que o geocêntrico.

Por volta de 1510, quando tinha 37 anos, Copérnico redigiu a primeira apresentação pública de seu sistema heliocêntrico. Trata-se da obra Nicolai Copernici Mottuum Caelestium a se Commentariolus (em português tem o título Pequeno comentário sobre as hipóteses formuladas por Nicolau Copérnico acerca dos movimentos celestes), onde se encontra um breve sumário de suas hipóteses sobre o movimento dos corpos celestes. Nesse manuscrito, Copérnico apresentava seus sete axiomas revolucionários:

1. Não existe um centro único de todos os orbes celestes ou esferas.
2. O centro da Terra não é o centro do mundo, mas apenas o da gravidade e do orbe⁽¹⁾ lunar.
3. Todos os orbes giram em torno do Sol, como se ele estivesse no meio de todos, portanto, o centro do mundo está perto do Sol.
4. A razão entre a distância do Sol a Terra e à altura do firmamento é menor do que a razão entre o raio da Terra e a sua distância ao Sol; e com muito mais razão esta é insensível confrontada com a altura do firmamento.
5. Qualquer movimento aparente no firmamento, não pertence a ele, mas a Terra. Assim a Terra, com os elementos adjacentes, giros em torno dos seus pólos invariáveis em um movimento diário, ficando permanentemente imóveis o firmamento e o último céu.
6. Qualquer movimento aparente do Sol não é causado por ele mas pela Terra e pelo nosso orbe, com o qual giramos em torno do Sol como qualquer outro planeta. Assim, a Terra é transportada por vários movimentos.
7. Os movimentos aparentes de retrogressão e progressão dos errantes não pertencem a eles mas a Terra. Apenas o movimento desta é suficiente para explicar muitas irregularidades aparentes no céu.

(1) Orbe: esfera, globo, corpo celeste, planetas, esfera, astro.

Entretanto, um sistema em que o Sol era considerado imóvel e a Terra passava a ser um planeta em movimento, como qualquer um dos outros, era fundamentalmente contra a filosofia aristotélica e as concepções religiosas da época. Em decorrência, Copérnico relutou muito em publicar suas idéias. Seu livro “Das Revoluções dos Corpos Celestes” foi publicado após a sua morte. Nele Copérnico apresentava a sua teoria, causando grandes polêmicas e terminando por ser colocado no Índice, que era uma relação que continha as obras proibidas pela igreja, pela Inquisição².

Giordano Bruno (1548-1600), Filósofo. Devido às suas opiniões sobre os dogmas religiosos e por sua defesa do sistema copernicano, foi condenado pelo tribunal da Inquisição. Embora Giordano Bruno não tenha dado contribuições significativas para articulação do paradigma copernicano, ele foi um excelente propagandista das novas idéias. Em particular, defendia a tese da infinitude do universo. Reafirma essas idéias no livro “La Cena de le Ceneri”, que contesta os ensinamentos astronômicos da Bíblia.

É processado e fica preso durante sete anos, como não renega suas convicções, é condenado à morte e queimado vivo em Roma em 17 em Fevereiro de 1600.

(2)-Tribunal da Igreja Católica instituído no século XIII para perseguir e punir os acusados de heresia-doutrinas ou práticas contrárias às definidas pela igreja.

Episódio 6:

Eis algumas citações de Bruno que dão uma idéia da sua forma de pensar sobre o universo:

“(...) Assim, pois a Terra não está no centro do Universo; ela só é central em relação ao espaço que nos circunda.(...)”.

“É assim que a excelência de Deus se exalta e que a grandeza de seu reino se manifesta; Ele é glorificado não em um único, mas em incontáveis sóis; não em uma única Terra, mas em mil, que digo? Numa infinidade de mundos”.

— De sorte que não é vã essa pujança de intelecto que quer e logra a adição de espaço a espaço, massa a massa, unidade a unidade, número a número, não é vã a ciência que nos liberta dos grilhões de um reino estritíssimo e nos promove à liberdade de um império verdadeiramente augusto (...)

Não há fins, termos, limites ou muralhas que nos possam usurpar a multidão de coisas e privar-nos dela. Por isso a Terra e o oceano são fecundos; por isso o clarão do Sol é eterno; por isso há eternamente provimento de

combustível para as fogueiras vorazes e a unidade restaura os mares exauridos. Porque do infinito é engendrada uma abundância sempre renovada de matéria.

Assim, Demócrito e Epicuro⁽³⁾, que sustentavam que tudo através do infinito sofria renovação e restauração, compreendiam essas questões melhor que aqueles que a todo custo mantêm a crença na imutabilidade do Universo, alegando um número constante e invariável de partículas de material idêntico que perpetuamente sofrem transformações, umas em outras.” (Giordano Bruno, "De Infinito universo e mondi", escrito em 1584, citado por Alexandre Koyré).

(3) Epicuro : Filósofo grego, que se opunha ao pensamento platônico e aristotélico, cuja idéia central do ser humano é à busca da felicidade.

Episódio 7: Continuação da atividade IV.

A revolução Copernicana adquire maior consistência, com as descobertas telescópicas e a mecânica de Galileu e pelo importante trabalho desenvolvido por Tycho Brahe e Johannes Kepler.

Tycho Brahe, que nasceu em 1546 e faleceu em 1601, fundou e dirigiu uma das primeiras instituições científicas modernas, o Observatório de Uraniburgo, na Dinamarca, onde trabalhou durante 21 anos. O sistema de mundo, ladeado por uma frase de sua autoria:

"Não estarão sendo confundidos os objetos celestes com os terrestres?...

Não estará sendo colocada de cabeça para baixo toda a ordem da natureza?".

Assim, na sua modificação do sistema ptolomaico, Tycho conservou a Terra no centro do universo finito, em torno da qual orbitaria o Sol com os planetas girando em torno de si.

O filósofo/escritor Paul Chatel, num romance sobre a vida de Tycho Brahe, destaca a profissão de fé geocêntrica do grande astrônomo num suposto diálogo entre ele e Kepler:

“Duvidei durante muito tempo-respondeu Kepler-, mas esta dificuldade em descrever o movimento aparente dos planetas faz-me crer que Copérnico talvez estivesse certo... -. Faz-me crer! - interrompeu –o Tycho, irritado. -Eu, eu vos digo que vós vos deixais conduzir ao léu da corrente. Estas suposições não se sustentam, meu caro Kepler! Elas não resistem nem à reflexão nem à experiência! A Terra não é um pião. Se fosse assim, o mar, os oceanos e o ar se movimentariam incessantemente. Só haveria tempestades, furacões, maremotos causados pela rotação da Terra. Ora, eu que vivi durante muitos anos numa ilha, posso vos assegurar que não reparei que seja assim..

Kepler quis interromper Tycho, que continuou:

-Existe outro argumento. Trata-se da ausência de paralaxe anual das estrelas fixas, enquanto que, de acordo com vossa opinião e a de vossos amigos, supõe-se que a Terra segue sua grande trajetória ao redor do Sol.

-Compreendo muito bem vossos argumentos-respondeu Kepler-, mas eles não provam que a Terra seja fixa. Ora, outras suposições nos levam a pensar que nossa Terra se move mesmo.

- Não me ocupo de suposições-, retrucou Tycho. –Meu sistema é o resultado de longos anos de observações e representa um meio termo razoável e lógico entre Copérnico e Ptolomeu. A Terra tychoniana é imóvel no centro de um universo que se move. A seu redor, gravitam a Lua e, um pouco mais longo, o Sol. Os cinco planetas giram em torno do Sol de maneira que os raios de Marte, de Júpiter e de Saturno são sempre maiores do que aqueles da trajetória do Sol. Assim, estes planetas nunca se encontram entre o Sol e a Terra. Admito que a descrição dos movimentos dos planetas constitui um problema que falta esclarecer e no qual devemos trabalhar! Mas afirmo que o Sol gira ao redor da Terra e não o contrário. Eu vos poupei do relatório sobre as experiências realizadas em Uraniburgo: a dos tijolos que caem sempre no mesmo lugar e a do canhão apontado para o norte para o sul, para leste ou para oeste, cuja bala cai sempre a uma distância igual. A Terra não gira, Kepler”(*)

(*) Paul Chatel. O castelo das estrelas. Nova Stella Editorial e EDUSP. São Paulo 1990, pág. 300/301

Episódio 8:

Johannes Kepler (1571-1630), nasceu em Weil der Stadt Alemanha, foi professor de Astronomia e Matemática da província da de Gratz. Em função de seu livro *Mysterium Cosmographicum* e da fama conseguida, foi convidado por Tycho Brahe para trabalhar em Uraniburgo, trabalharam juntos por apenas 1 ano, Kepler recebeu de herança os dados e tabelas compiladas em décadas de trabalho por esse exímio e obsessivo astrônomo.

Os dados colhidos por Tycho Brahe, cuidadosamente tabelados, constituíram a base do trabalho desenvolvido após sua morte, pelo astrônomo Johannes Kepler .

Entusiasmado pela simplicidade do sistema de Copérnico, Kepler acreditava que seria possível realizar algumas correções neste modelo, de modo a torná-lo mais ajustado aos movimentos dos corpos celestes realmente observados.

Kepler procurava associar figuras geométricas planas a um sistema planetário. Essa foi a sua primeira linha de investigação, como o uso de polígonos regulares não estava dando certo, então chegou a uma feliz intuição de utilizar sólidos perfeitos, os sólidos pitagóricos ou platônicos.

Uma outra inquietação fundamental estava presente no primeiro livro de astronomia, o *Mysterium Cosmographicum*, pois estava à procura de uma relação matemática entre a distância de um planeta ao Sol e a duração de seu período. Observou que os períodos aumentavam com a distância dos planetas ao Sol, quanto mais distantes do Sol mais lentos eram os planetas, chegando assim à concepção de uma alma que emanava do Sol e que conduzia, empurrava os planetas nas suas órbitas, era uma espécie de energia radiante que forçava os planetas no seu movimento ininterrupto. Como Kepler não se contentava com uma mera descrição dos movimentos dos corpos celestes em termos geométricos, que buscava uma causa física para esse movimento. Empenhando assim em encontrar uma unidade entre a geometria e as observações em busca de uma harmonia cósmica.

Com isso passou a estudar as órbitas dos planetas, dando atenção à órbita de Marte. Kepler afirmava:

“Marte sozinho possibilita –nos penetrar nos segredos da astronomia”.

Durante vários anos, Kepler tentou ajustar os dados de Tycho às órbitas circulares, manipulando todos os dados que tinha à sua disposição, chegando assim a seguinte conclusão:

- Que a Terra não se movia uniformemente ao longo da sua órbita, mas que sua velocidade dependia da distância do Sol, reforçando sua concepção de que o movimento dos planetas era comandado pelo Sol.
- Imaginando que o tempo necessário para percorrer um pequeno trecho da órbita também deveria ser proporcional àquela distância, assim dividiu toda a área da órbita em 360 partes e calculou as respectivas distâncias num determinado trecho da órbita daria o tempo necessário para percorrê-lo, chegando a segunda lei.

É importante salientar que, o que chamamos de 2ª lei, na verdade foi a que primeiro foi estabelecido por Kepler, através da observação posterior concluiu a 1ª lei.

“2ª Lei de Kepler”: A reta que une um planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais”.

Só que essa lei permitia determinar a variação da velocidade do planeta em diferentes pontos da sua órbita, porém não dizia nada a respeito do formato que a órbita deveria ter, tendo abandonado a idéia da órbita circular, começou a trabalhar com uma forma inusitada para quem era movido pela busca da harmonia matemática: a oval, após muitas tentativas de ensaio e erro, Kepler finalmente abandonou a oval e passou a trabalhar em elipses tendo o Sol localizado em um dos focos, chegando assim à 1ª lei, podemos enunciá-la:

“1ª Lei de Kepler”: As órbitas dos planetas em torno do Sol são elípticas. O Sol ocupa um dos focos destas elipses”.

E continuando os estudos das tabelas de Tycho Brahe, procurou estabelecer relações entre os períodos de revolução dos planetas e os raios de suas órbitas.

“3ª Lei de Kepler”: O quadrado do tempo que um planeta leva para dar uma volta completa em torno do Sol (período de revolução) é proporcional ao cubo da distância do planeta ao Sol (supondo órbita circular)”.

A terceira lei, ou lei dos períodos, foi apresentada no livro *Harmonia dos Mundos*.

O trabalho de Kepler foi coroado de êxito, tendo conseguido descobrir as três leis sobre o movimento dos planetas, que deram origem ao nascimento da mecânica celeste.

Episódio 9:

Antes do italiano Galileu Galilei (1564-1642), nenhum astrônomo havia tido acesso a um instrumento básico da astronomia: o telescópio.

Galileu utilizou-o para estudar a superfície lunar, bem como para descobrir que o planeta Vênus se move em torno do Sol.

Galileu foi responsável pela introdução de inovações na investigação da natureza física, que modificaram completamente as características desta área de conhecimento. Elaborou experiências de laboratório, que levaram muitos a considerá-lo o inventor da física experimental.

Foi um dos primeiros a estudar os céus com o telescópio, o primeiro a utilizar uma língua laica, o italiano, para descrever e publicar seus principais trabalhos, pois na época o comum era escrever as obras em Latim.

Discursos e demonstrações sobre duas novas ciências e Diálogos sobre os dois sistemas de mundo.

Utilizou-se da estrutura de diálogos entre alguns personagens, parecendo às vezes mais uma peça de teatro do que um livro de investigação científica.

As observações celestes de Galileu comprovaram algumas das teorias de Copérnico e Kepler, a publicação do livro o levou a ser processado pela Inquisição como herege. Prefere negar publicamente a Teoria Heliocêntrica e trocar a pena de morte na fogueira pela prisão perpétua.

Eis o depoimento de Galileu na Inquisição:

"Terça-feira, 21 de junho de 1633".

Sendo convocado, Galileu Galilei apresentou-se pessoalmente na sala de reuniões do Palácio do Santo Ofício em Roma, diante do mui reverendo Padre Comissário geral do Santo Ofício, do assistente reverendo Senhor Procurador fiscal, e na minha presença etc.

O mesmo Galileu, florentino, acima referido, após prestar juramento de dizer a verdade, de mão sobre etc., foi pelos Senhores

Int. Se tem algo a dizer de espontânea vontade.

R. Eu não tenho nada a dizer.

Int. Se sustenta ou sustentou, e desde quanto tempo, que o Sol é o centro do mundo, e que a terra não é o centro do mundo e se move inclusive com movimento diurno.

R. Já faz muito tempo, isto é, antes da determinação da Sagrada Congregação do Índice e antes mesmo que me fosse dado aquele preceito, eu estava indiferente e considerava as duas opiniões, ou seja, de Ptolomeu e de Copérnico, como disputáveis, pois tanto uma como a outra podia ser verdadeira na natureza. Mas depois da determinação acima referida, garantido pela prudência dos superiores, cessou em mim toda ambigüidade e sustentei, assim como ainda sustento, como absolutamente verdadeira e insofismável a opinião de Ptolomeu, ou seja, a estabilidade da terra e a mobilidade do sol.

Eles, porém, lhe disseram que, pela maneira e vezes com que dita opinião é tratada e defendida por ele no livro que mandou imprimir depois do tempo referido e sobretudo pelo fato de ter escrito o dito livro e mandado imprimir, se presume que ele sustentou a referida opinião depois do tempo mencionado; portanto, diga espontaneamente a verdade, se a sustenta ou sustentou.

Episódio 10:

R. Quanto ao fato de ter escrito o Diálogo já publicado, não me determinei a fazê-lo por considerar verdadeira a opinião copernicana; mas visando somente contribuir para o bem comum, procurei explicar as razões naturais e astronômicas que podem ser apresentadas tanto por uma como também pela outra parte, esmerando-me em tornar manifesto como nem estas nem aquelas, nem por esta opinião nem por aquela, tais razões tivessem força para resolver a questão de forma demonstrativa, e que por isso para proceder com segurança fosse necessário recorrer à determinação de doutrinas mais sublimes, assim como aparece em muitos e muitos lugares do mesmo Diálogo. Concluo, portanto, dentro de mim mesmo, não sustentar nem ter sustentado depois da determinação dos superiores a opinião condenada.

E tendo-lhe dito que, em virtude do mesmo livro e das razões aduzidas para a parte afirmativa, ou seja, que a terra se move e o sol está imóvel, se presume, como foi dito, que ele sustenta a opinião de Copérnico ou pelo menos que a sustentou anteriormente etc., portanto, se não se resolver a dizer a verdade, serão aplicados contra ele os remédios oportunos de direito e de fato.

R. Eu não sustento nem sustentei essa opinião de Copérnico depois que me foi intimado por preceito que eu devia deixá-la; de resto, estou aqui em suas mãos, façam o que lhes aprouver.

Depois disso lhe reiteraram que dissesse a verdade, caso contrário se passaria à tortura.

R. Estou aqui para fazer a obediência; e não sustentei tal opinião após estabelecida aquela determinação, como disse.

E não havendo mais nada a elucidar quanto a execução do decreto, após obter a sua assinatura, foi reenviado ao seu aposento.

Eu Galileu Galilei tenho deposto como acima." (*)

(*) Sérgio M. Pagani e Antônio Luciani. Os Documentos do Processo de Galileu Galilei. Petrópolis, Editora Vozes, 1994, pág. 180-181-182

Episódio 11:

Outro revolucionário foi o inglês **Isaac Newton** (1642-1727), nasceu no dia 25 de dezembro no mesmo ano da morte de Galileu, em Lincolnshire, e morreu em Kensington, Londres.

A sua obra mais conhecida é *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, neste livro Newton desenvolveu sua proposta para a gravitação.

Citação de Newton no “Principia” a respeito da gravidade:

...Até aqui não fui capaz de descobrir a causa destas propriedades da gravidade a partir dos fenômenos, e não formulo hipóteses, pois tudo que não for deduzido dos fenômenos deve ser chamado de hipótese...E para nós é suficiente que a gravidade realmente existe e atua de acordo com as leis que explicamos, e serve abundantemente para dar conta de todos os movimentos dos corpos celestes, e dos oceanos.

Na sua época já se conhecia, com pequena margem de erro, a distância entre o Sol e a Terra, além de estar bastante difundida a idéia de que a o sistema solar era apenas uma parte do Universo.

Newton sabia que as estrelas eram semelhantes ao Sol situando-se tão distantes que o seu movimento aparente era pequeno para ser percebido por observador terrestre.

O passo audacioso do trabalho de Newton, só foi possível por ele estar na Inglaterra, livre da influência da Inquisição, e teve os seus estudos facilitados pelos trabalhos de Galileu e Kepler dentre outros.

Como na citação de Newton: “Se consegui chegar, tão longe, é porque estava sustentado por ombros de gigantes”

A sua extraordinária capacidade de extrapolação e sua grande intuição foram em perceber que deveria existir uma força de atração da Terra sobre a Lua, do mesmo tipo da que o Sol atrai os planetas.

Newton concluiu que esta atração deve-se a um fenômeno geral (Universal) e devem manifestar-se entre dois objetos materiais quaisquer; as leis da gravitação vieram pra explicar problemas importantes da Astronomia.

Isaac Newton nos deu o primeiro modelo matemático para o tempo e o espaço em seu *Principia Mathematica*, publicado em 1687. Neste modelo, tempo e espaço constituíam um pano de fundo para os eventos que ocorriam, mas não eram afetados por eles. O tempo era distinto do espaço e considerado como uma linha única.

Essa idéia mais tarde seria modificada pela Teoria da Relatividade, alterando pela primeira vez um fundamento muito importante da Física: o tempo deixa de ser absoluto.

Albert Einstein (1879-1955), o responsável pelas importantes teorias: a Teoria da relatividade restrita e a Teoria da relatividade geral, nasceu em Ulm, Alemanha, em 1879.

Na relatividade restrita a teoria de Einstein está baseada na idéia de que as leis da física devem ser as mesmas para todos os observadores, que estejam em quaisquer sistemas de referência inerciais.

Na relatividade geral a teoria de Einstein está baseada na idéia de que para uma pessoa situada em um compartimento fechado será impossível distinguir se o compartimento está acelerado ou sofrendo a ação da força gravitacional. Ela explica a força da gravidade em termos da curvatura de um espaço-tempo quadridimensional.

O postulado de Einstein de que as leis da natureza deveriam parecer às mesmas para todos os observadores situados em sistemas referenciais inerciais foi a base da relatividade restrita, assim denominada por implicar que o movimento relativo era importante. Sua beleza e simplicidade convenceram vários pensadores, mas continuou havendo muita resistência, Einstein tinha derrubado dois dos aspectos absolutos da ciência do século XIX: o repouso absoluto e o tempo absoluto ou universal.

Uma consequência muito importante da relatividade restrita é a relação entre massa e energia $E=mc^2$ e a idéia de que massa de um corpo depende da sua velocidade.

O postulado de Einstein de que a velocidade da luz deveria ser a mesma para qualquer observador, independente de seu movimento ou do movimento da fonte, implicava que nada poderia mover-se mais rápido do que luz. (Stephen Hawking. O universo numa casca de noz- Companhia das letras)

A imagem que a astronomia e a Astrofísica nos transmitem acerca do Universo difere profundamente daquilo que comumente nossos antepassados nos ensinaram. Eles trabalharam à base de grandes símbolos e belos mitos.

Nem por isso deixaram de suscitar em nós encantamento, sentido de veneração e de propósito em face de majestade do Universo.

Bibliografia::

- O universo numa casca de noz- Stephen Hawking
- A filha de Galileu- Dava Sobel

APÊNDICE – Capítulo IV**VALE A PENA CONFERIR:**

1. Filmes: - " Cosmos: A harmonia dos Mundos" - Carl Sagan
- " O nome da Rosa " -
- " A vida de Giordano Bruno "
2. Sites: - <http://www.gd.com.br/cofsp/>
9. Livros: -" A dança do Universo" - Marcelo Gleiser