

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERUNIDADES EM ENSINO DE
CIÊNCIAS

ARTHUR VINÍCIUS RESEK SANTIAGO

O POTENCIAL DA OBSERVAÇÃO NO ENSINO DE
ASTRONOMIA: UM ESTUDO DO CONCEITO DE ENERGIA

São Paulo, SP

2015

ARTHUR VINÍCIUS RESEK SANTIAGO

arthursanti@gmail.com

**O POTENCIAL DA OBSERVAÇÃO NO ENSINO DE
ASTRONOMIA: UM ESTUDO DO CONCEITO DE ENERGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo como requisito para a conclusão do Curso de Mestrado em Ensino de Ciências, área de concentração: Física.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Jesuína Lopes de Almeida Pacca

São Paulo, SP

2015

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Santiago, Arthur Vinícius Resek

O potencial da observação no ensino de astronomia:
um estudo do conceito de energia. São Paulo, 2015.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.
Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química
e Instituto de Biociências.

Orientador: Profa. Dra. Jesuína Lopes de Almeida Pacca

Área de Concentração: Ensino de Física

Unitermos: 1. Física – Estudo e ensino 2. Astronomia
(Observação); 3. Formação do conceito.

USP/IF/SBI-045/2015

"[...]só dão osso ao cachorro, depois dizem que ele só gosta de osso. Bote um osso e bote um filé para ver qual é que ele escolhe. Não estão deixando a juventude brasileira entrar em contato com o filé. Só estão lhes dando osso." (Ariano Suassuna)

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos nunca são fáceis, pois depois de tanto tempo e de tanto trabalho dedicado, diversas pessoas contribuíram neste trabalho e lembrar de todas elas é muito difícil, principalmente aquelas que em uma conversa informal, sem saber, ajudaram em um problema que eu estava enfrentando na pesquisa, a essas pessoas muito obrigado.

Agradeço, antes de qualquer coisa, a minha família, agradeço aos meus pais, Mauro e Regina, pelo incentivo à continuação dos meus estudos, e principalmente quando o seu filho optou por fazer Licenciatura em Física, pois deram todo o apoio e confiaram na minha capacidade de ser um bom profissional em qualquer área. Um agradecimento especial a minha mãe, Regina, que dedicou seu tempo à revisão e leitura de meus artigos e dissertação. Agradeço minha irmã, Bárbara pelas preocupações com os prazos e tarefas desta pesquisa. Agradeço à família Alves que entrou na minha vida, nesse processo, me ajudou nesta trajetória.

Agradeço a minha orientadora Profa. Jesuína, obrigado por toda a paciência e dedicação em me ensinar a me tornar pesquisador e contribuir em todas as partes deste trabalho com conversas prazerosas sobre os assuntos aqui pesquisados.

Agradeço a todos os meus amigos da Atlético Gleb Wataghin e do HandBörh por contribuir com momentos de diversão ao longo de toda trajetória no instituto, não posso citar todos, pois acabarei esquecendo de alguém.

Agradeço a todos que começaram comigo essa trajetória em 2004, deixando a chama do sonho de se formar em Física sempre acesa, um agradecimento especial a Mineiro, Greg, Paulinha, Cesinha, Dotô, Brunão, entre outros que entraram no meio do processo de formação, Bixo, Cris, Cone e Léo. Obrigado rapaziada.

Agradeço a todos colegas e professores do Interunidades, pela ajuda e aprendizado que tive com vocês durante as disciplinas e conversas, agradeço ao meu grupo de Pesquisa pelas contribuições em todas as minhas apresentações.

E por fim agradeço a minha esposa, Bruna, por todo amor e paciência que você teve comigo nesses dois anos e meio, não poderia obter de ninguém ajuda igual a que você me deu, me acalmado nos momentos necessários, me motivando e cativando quando fiquei preocupado. Muito obrigado, te amo.

RESUMO

SANTIAGO A. V. R. **O potencial da observação no ensino de astronomia: um estudo do conceito de energia.** 2015. 103f. Dissertação (Mestrado) - Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Considerando a forte relação entre a Astronomia e a Física, a pesquisa apresentada propõe focalizar uma atividade de ensino que, partindo da observação do céu, com motivação para compreendê-lo, indo além da admiração e do deslumbramento, leve à elaboração de conceitos da Física escolar. A pesquisa trata de investigar uma forma de desenvolver o conceito de energia partindo de uma observação astronômica, onde os aprendizes são participantes ativos no processo da sua aprendizagem. Foi desenvolvida uma sequência didática e aplicada a alunos do Ensino Médio de uma escola pública de São Paulo. O objetivo era motivar os alunos a observar um fenômeno celeste, as crateras lunares, para construir o conceito de energia mecânica, num processo com as etapas de: observação, obtenção de dados pertinentes e adequados, levantamento de hipóteses e verificação num experimento controlado no laboratório escolar. Todas as atividades foram registradas em áudio ou vídeo e, com base nas transcrições, foi realizada uma análise textual discursiva. A análise permitiu qualificar as observações sob diferentes aspectos, bem como revelar as concepções expressas na tentativa de modelar, no laboratório escolar, uma possível causa das crateras observadas. Em todo o trabalho foi notável o papel fundamental do professor como mediador; a atenção para acompanhar a argumentação dos alunos e orientar as atividades parece ter garantido resultados de aprendizagem. A teoria de Vigotski foi considerada para interpretar os resultados sobre a construção de conceitos. Como resultados foram obtidas categorias sobre como se dão as observações realizadas pelos alunos, saindo de uma Observação Primária, evoluindo até uma Observação Qualificada. E também quais as relações que se estabelecem ao investigar um problema para que o conceito de energia mecânica crie significado para o aluno, Relações entre as grandezas e o conceito, até a Relação de Terceiro Grau, entre conceito e fenômeno.

Palavras-chave: Ensino de Física; Observação Astronômica; Formação de Conceitos.

ABSTRACT

SANTIAGO A. V. R. **The potential of observation in astronomy education: a study of the concept of energy.** 2015. 103f. Dissertação (Mestrado) - Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

In view of the strong relationship between Astronomy and Physics the proposed research aims to focus on a teaching activity that starts from the sky observation with an understanding motivation that lies beyond admiration and bewilderment and that may lead to the elaboration of school Physics concepts. The research deals with the investigation of a way of developing the concept of energy, starting from astronomical observations where students take active part in their learning process. A didactic sequence was elaborated and applied to secondary school students at a São Paulo public school. The objective was to motivate students to observe a celestial phenomenon, namely lunar craters, in order to build up the concept of mechanical energy in a process with the following steps: observation, obtention of related and adequate data, possible hypothesis and verification with a school laboratory controlled experiment. All activities were recorded in audio or video and with the aid of transcriptions a textual discursive analysis was effected. This analysis enabled a qualification of observations under several points of view as well as disclosing conceptions that were expressed in an attempt to model, in the school laboratory, a possible cause for the observed craters. The role played by the teacher during the whole process was essential as a moderator; his attention to follow the students argumentation and drive activities seems to have secured learning results. Vigotski theory was considered for interpreting results respect to construction of concepts. As results were obtained classes of observations made by the students, leaving a Primary Observation, evolving into a Qualified Observation. And what are the relationships that are established to investigate a problem that the mechanical energy concept create meaning to the student, relations between quantities and the concept, to the third degree of relationship, between concept and phenomenon.

Keywords: Physics Teaching; Astronomical Observation; Concepts formation.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| 1. Introdução | 9 |
| 2. O contexto do ensino de Astronomia | 16 |
| 2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e outros documentos..... | 18 |
| 2.2 Pesquisas em ensino de Astronomia no Brasil | 23 |
| 2.3 Observação do céu | 28 |
| 3. Objetivo da Pesquisa | 32 |
| 4. Física a partir da Astronomia | 33 |
| 5. Formação dos conceitos – a atividade mediada e o significado na teoria de Vigotski | 36 |
| 6. Metodologia da pesquisa | 44 |
| 6.1 Sequência didática – observação da Lua e o conceito de Energia | 49 |
| 8. Análise dos dados | 58 |
| 8.1 A observação astronômica como atividade investigativa..... | 60 |
| 8.2 Atividade experimental: O desenvolvimento do conceito físico de Energia | 75 |
| 8.2.1 O conceito crateras da Lua – Fossilização..... | 75 |
| 8.2.2 Atividade experimental – As medidas necessárias..... | 80 |
| 8.3 As categorias de análise e a aprendizagem..... | 92 |
| 9. Conclusões e Considerações Finais | 96 |
| Referências Bibliográficas | 100 |

1. Introdução

O homem observa o céu desde os primórdios da humanidade. Acompanhar o movimento solar ao longo do dia ou o movimento das estrelas no céu noturno foi sempre causa de fascínio; ao mesmo tempo, identificar padrões nestes movimentos, regrou a sua vida baseada neles. Diversas culturas antigas, como os Maias, os Gregos e os Egípcios, entre outras, consideravam os elementos do céu como deuses, por perceber a influência que tinham em suas vidas, sobretudo o Sol.

Devido a essa possível influência dos astros aqui na vida terrestre, o estudo da Astronomia foi iniciado por astrólogos que precisavam entender os padrões do céu para poder prever os acontecimentos aqui na Terra. Com o passar do tempo e o avanço dos métodos para esses estudos, houve uma separação do que se considerou ciência e do que parecia ciência; com isso a Astronomia ficou com o papel da ciência que desvenda e estuda o universo e seus componentes.

O homem percebeu a importância desse estudo para diversas atividades: na agricultura, já que através da posição relativa do Sol, era possível prever a época de colheita e de plantio; na navegação, desvendando o céu mais distante onde os padrões das estrelas pareciam não mudar. O céu poderia ser utilizado como mapa para grandes jornadas, navegações; de acordo com Milone (2003), o céu é um dos tipos mais antigos de orientação no espaço e no tempo, utilizados pelo homem para se movimentar pela superfície terrestre; é a navegação por meio da posição das estrelas no céu. A navegação celeste é mais comumente aplicada para navegações marítimas. A partir da observação da posição de determinadas estrelas com relação ao meridiano celeste local e ao horizonte, pode-se calcular a posição geográfica correta de um lugar.

O céu poderia ser utilizado, ainda, para a marcação do tempo, devido aos movimentos periódicos. Em um trecho do seu livro André Milone coloca alguns dos motivos para essa marcação do tempo e o uso do céu como guia:

"As primeiras organizações sociais humanas precisavam medir a passagem do tempo em inúmeras atividades práticas, tais como: saber a época certa para plantar uma determinada cultura, antecipar as estações de cheia e vazante de um rio e conhecer as datas das celebrações religiosas. Por incrível que pareça, a primeira marcação de tempo ocorreu para períodos longos (meses e anos) e não para intervalos curtos (dias e horas).

Os povos antigos necessitavam também conhecer o espaço geográfico local, com a finalidade de se deslocarem quando necessário (sempre com um rumo definido). Além do mais, quando a pesca, a caça e o comércio envolviam grandes distâncias, a necessidade de conhecer o caminho de ida-e-volta era óbvia." (MILONE, 2003, p. 1-11)

As constelações apontando para direções longínquas orientaram os homens em grandes descobertas no século XV e XVI. Segundo Milone (2003), as constelações

"[...] correspondem a uma mera configuração projetada no céu, formada por linhas imaginárias conectando estrelas brilhantes. É associada a um desenho que representa um objeto, herói ou deus da sociedade humana que a concebeu. [...] As 48 constelações clássicas foram compiladas pelo grego Ptolomeu em 137 d.C., inclusive as zodiacais. Parte das constelações clássicas simboliza estórias e mitologias herdadas dos povos antigos da Mesopotâmia e Egito. Em 1929, a União Astronômica Internacional estabeleceu uma cartografia completa da esfera celeste contendo 88 constelações no total. As 40 outras, acrescentadas na era moderna, foram definidas principalmente na época das grandes navegações oceânicas. Elas simbolizam essencialmente animais pertencentes às novas terras "descobertas" pelos europeus, e objetos usados na navegação da época. A maioria das constelações "recentes" situa-se no hemisfério sul do céu." (MILONE, 2003, p. 1-12)

O movimento aparente do Sol definiu o Norte-Sul e o Leste-Oeste, devido à posição do seu nascimento e do seu ocaso, e também definiu a duração das horas e dos dias, assim como o movimento aparente da Lua durante as noites: esses eram os relógios das sociedades antigas.

Sobre esses tempos definidos pelo Sol e pela Lua, Milone ressalta:

" A observação sistemática do deslocamento do Sol no céu permitiu ao homem perceber dois fatos notáveis: (i) tanto o nascer do Sol como o pôr do Sol não ocorrem diariamente nos mesmos pontos do círculo do horizonte, (ii) a duração desse deslocamento é diferente dia após dia. O mais incrível foi notar que esses fatos ocorrem de forma cíclica, cujo período é denominado de ano solar ou trópico. O ano solar tem 365,2422 dias (365 dias, 5 horas, 48 minutos e 46,08 segundos).

A observação persistente da mudança do aspecto da Lua fez notar que o intervalo de tempo entre duas fases iguais e consecutivas corresponde a 29,53059 dias. Esse período lunar é denominado de luação (ou período sinódico da Lua). O conceito de mês surgiu desse fato astronômico. Muitas sociedades antigas utilizaram e algumas ainda adotam o ano lunar, que possui

12 meses lunares, ou seja, 354,36708 dias (354 dias, 8 h, 48 min e 35,71 s). Os povos árabes do oriente médio usam um calendário baseado no mês lunar. Já os judeus utilizam um calendário lunissolar. O mundo ocidental contemporâneo usa um calendário solar que sofreu influência do calendário lunar, isto é, adotamos um ano com 12 meses, originários das 12 lunações." (MILONE, 2003, p. 1-13)

A relação entre o homem e o céu se estreitou ao longo dos milênios. Com o avanço da tecnologia e a criação de telescópios, pôde-se enxergar mais distante e assim aprimorou-se sua concepção de universo. Isto ocorreu porque percebeu-se que existiam mais elementos no céu, além dos que compunham o sistema solar e que era possível controlar a vida na Terra com conhecimento do comportamento desses objetos celestes.

Antes mesmo do telescópio, tivemos na nossa história grandes observadores: Aristarco de Samos (310-230 a.C.), o primeiro a propor que a Terra se movia em volta do Sol, antecipando Copérnico em quase 2.000 anos; Eratóstenes de Cirene (276-194 a.C.), o primeiro a medir a circunferência da Terra; Hiparco de Nicéia (160-125 a.C.), considerado o maior astrônomo da era pré-cristã, construiu um observatório na ilha de Rodes, onde fez observações durante o período de 160 a 127 A.C. e produziu um catálogo classificando aproximadamente 850 corpos celestes de acordo com a suas magnitudes. Ptolomeu (85-165 d.C.), Claudius Ptolemaeus, o último astrônomo importante da antiguidade, compilou uma série de treze volumes sobre astronomia conhecida como o Almagesto; a maior fonte de conhecimento sobre a astronomia na Grécia (CORRÊA, 2013).

O século XVI dos grandes observadores, Tycho Brahe e Galileu Galilei, foi o estabelecimento da Astronomia como ciência, pois tornaram as observações do céu mais precisas.

Em 11 de novembro de 1572, Tycho notou uma nova estrela na constelação de Cassiopeia. A estrela era tão brilhante que podia ser vista à luz do dia, e durou 18 meses; hoje em dia denominada supernova. Com seus assistentes, Tycho conseguiu reduzir a imprecisão das medidas, de 10 minutos de arco desde o tempo de Ptolomeu, para um minuto de arco. Foi o primeiro astrônomo a calibrar e checar a precisão de seus instrumentos periodicamente e corrigir as observações por refração atmosférica. Também foi o primeiro a instituir observações diárias, e não somente quando os astros

estavam em configurações especiais, descobrindo assim anomalias nas órbitas até então desconhecidas, por isso considerado um grande observador astronômico.

As descobertas de Galileu Galilei sobre as luas de Júpiter foram importantíssimas para a história da Astronomia assim como as crateras da Lua. As luas de Júpiter, Io, Europa, Calixto e Ganimedes – observadas por Galileu – mostraram à sociedade que nem todos os astros giravam em torno da Terra. Com isso, estabeleceu-se um conflito de concepções de mundo na sua época, pois acreditava-se, com base na teoria de Ptolomeu, que a Terra era o centro do Universo; com suas observações, Galileu pode defender as ideias de Copérnico, ou seja, o Sol como o centro do Universo.

A concepção de mundo, portanto, deveria ser modificada, uma vez que a realidade se apresentava de outra maneira através das observações de Galileu; a complexidade era percebida e, explicá-la, exigia um conhecimento humano mais sofisticado.

Johannes Kepler, utilizando-se dos dados sobre o movimento dos planetas obtidos por Tycho durante vários anos, pôde, com o seu formalismo matemático, descrever a trajetória dos planetas e propor leis que regessem estes movimentos. Com instrumentos mais precisos como os desenvolvidos por Galileu, estes movimentos poderiam ser melhor registrados, assim, os dados obtidos teriam melhor qualidade.

Isaac Newton pode propor a Lei da Gravitação Universal, que unia as leis físicas da Terra e do Universo, com base nesses grandes cientistas, suas leis podiam dar conta dos cálculos feitos por Kepler. Entre o tempo dele e de Kepler houve uma grande transformação no pensamento científico. Newton pensando em quais forças poderiam reger o movimento dos planetas obteve a Lei da Gravitação Universal, que por muito tempo conseguiu resolver todos os problemas de dinâmica encontrados por cientistas.

Além de todas as contribuições práticas na nossa cultura, a investigação do céu sempre foi uma necessidade do homem, querendo entender questões como: De onde viemos? Para onde vamos?

Estudar Astronomia é fascinante e motivador, pois parece conseguir responder parcialmente essas perguntas.

Ainda que o homem venha observando o céu desde os primórdios da humanidade, uma relação mais direta e imediata com o céu foi sendo perdida. Hoje em dia, localizar-se com base nas estrelas não é mais um recurso imprescindível – existe o GPS (Global Positioning System) – nem acompanhar o movimento do Sol ao longo do ano, para saber qual será a época ideal para plantar ou colher, ou ainda para ter conhecimento sobre as datas do calendário. Devido ao enfraquecimento dessa relação com o céu, o interesse pela Astronomia esvaziou-se de sentido para muitos. De fato, é comum a percepção de que as pessoas raramente olham para o céu, nem mesmo por ocasião de fenômenos mais raros e incomuns como os eclipses. Parece que astronaves e satélites ou ainda foguetes que podem chegar a outros "mundos" é o que sobra como curiosidade.

Com o ensino de Astronomia não foi diferente. Por muito tempo, os conteúdos dessa área do conhecimento foram deixados de lado nos currículos escolares e, quando eram incluídos, faziam parte dos temas na disciplina de Geografia, cuja formação dos professores não fornecia elementos suficientes para que estes fossem desenvolvidos de modo científico e adequado. Os livros didáticos disponíveis para esse conteúdo dentro da Geografia traziam – no texto escrito e nas imagens – informações muitas vezes com erros conceituais, como mostram algumas pesquisas sobre o assunto. Sobreira (2002), por exemplo, analisa os livros didáticos de Geografia do sexto ano do Ensino Fundamental e conclui que estes possuem erros quando tratam do ensino de Astronomia, tanto no texto quanto nas figuras explicativas (como nas estações do ano, por exemplo), além dos professores não terem preparo para lidar com esses assuntos, pela falta de disciplinas com essa temática na universidade.

O ensino de Astronomia voltou à pauta do currículo de ciências no ano de 1998 com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que incluíram os conteúdos de Astronomia no currículo de ciências para o Ensino Fundamental e no de Física para o Ensino Médio o que promoveu a necessidade de investimentos em diversos aspectos dessa área de ensino, como Formação de Professores, Concepções dos Sujeitos, Práticas Educacionais Adequadas, entre outros. Tais aspectos auxiliariam o desenvolvimento desses conteúdos nas escolas de educação básica e a aprendizagem dessa ciência que trata do universo que nos rodeia e está presente no cotidiano das pessoas mesmo que estas não a percebam ou lhe deem importância.

A Astronomia como ciência tem muita relação com a Física e talvez também por isso, os professores de Geografia tenham dificuldade em tratar seus conteúdos nas aulas, sejam do Ensino Fundamental ou do Ensino Médio.

No Ensino Fundamental, onde é possível tratar de alguns temas com modelos concretos, os professores muitas vezes não chegam a mostrar a dimensão e organização dos astros no sistema solar além da representação em um plano. Nem mesmo as escalas de medida que podem informar os tamanhos e as posições relativas.

No Ensino Médio não é uma prática trabalhar com as órbitas dos planetas e a sua relação com os fenômenos observáveis, mesmo a olho nu, como as estações do ano, a duração dos dias e dos anos, as fases da Lua, a identificação dos planetas no céu em épocas apropriadas, etc.

Tentando valer-se da relação que o ensino de Astronomia tem com a Física, foi proposto, nesta pesquisa, investigar como se pode instigar e explorar a motivação e o fascínio dos alunos, ao se envolver com os conteúdos da Astronomia. Recorrendo à observação astronômica propõe-se auxiliar o aluno na compreensão de um conceito de Física, que muitas vezes são apresentados de forma totalmente abstrata, descontextualizado do seu cotidiano e com um exigente formalismo matemático.

Com base nesse objetivo, foi realizado um trabalho, em que o aluno, a partir da observação de fenômenos astronômicos, tenta investigar esse fenômeno, criando, testando e modificando suas hipóteses para resolver um problema e que, a partir dessa investigação, inicia a compreensão de um conceito de Física contido no fenômeno observado.

Para este trabalho que consistiu da aplicação de um minicurso em uma escola de Ensino Médio, foram elaboradas atividades que pudessem ajudar a observar um fenômeno celeste e compreendê-lo, através da modelagem, apelando para conceitos definidos pela Física. Esse minicurso foi baseado na observação da Lua e o problema levantado para investigação foi a formação das crateras lunares. O esperado era que, no processo de investigação deste fenômeno, os alunos precisassem criar ou procurar conceitos físicos para sua explicação; tais conceitos estão relacionados com Energia e neste problema exige que sejam identificadas grandezas necessárias para uma explicação formal.

Deste minicurso foram obtidos os dados, com os quais pudéssemos estudar como se dá a observação astronômica pelos alunos e qual as características dessa observação, além de analisar como um problema gerado a partir da observação pode iniciar o desenvolvimento de um conceito de Física.

Além desses objetivos de aprendizagem que interessam a um professor de Física, há como pano de fundo uma expectativa de formação de indivíduos atentos ao seu cotidiano e interessados em explicar o mundo que os rodeia com critérios da ciência formal.

Outras considerações de natureza não essencialmente cognitiva também emergem deste trabalho: foi observada a importância das mediações entre os alunos e o professor e entre os próprios alunos; o desenvolvimento e a apreensão de um conceito pelo sujeito ao longo de uma atividade de investigação, desde a dificuldade trazida pela necessidade de explicar algo, em função da ausência de um repertório apropriado que traduzisse o significado do que o aluno precisava expressar para ser coerente com a Física também foram observados. Para compreender essas relações entre os participantes nessas atividades e o caminho que um conceito percorre para se interiorizar na mente humana, foi trazida a teoria histórico-cultural, defendida por Vigotski e seus colaboradores.

2. O contexto do ensino de Astronomia

A Astronomia é uma ciência interdisciplinar; para se estudar os astros são necessárias técnicas de geometria e do cálculo da Matemática, teorias da Física, como a mecânica e o eletromagnetismo, os elementos químicos e suas propriedades da Química, questões da Biologia sobre as condições de existência da vida e da sua geração entre outras.

O céu noturno é capaz de gerar fascínio e curiosidade no homem. Observando a imensidão de coisas existentes no céu, as pessoas podem ficar fascinadas pela beleza da natureza e curiosas sobre diversas questões neste campo. Como e por que ocorrem os movimentos dos planetas e das estrelas? De onde vieram todos os objetos que estão no universo, inclusive nosso planeta? Por que existem o dia e a noite? Por que o céu é escuro à noite? A ciência já resolveu em parte algumas dessas questões, mas outras aparentemente mais complicadas já surgiram. Muitos outros questionamentos motivaram e motivam os homens a observarem e estudarem o céu e seus fenômenos. Para os cientistas, tais questões podem se resumir a poucas, contudo de grande dificuldade.

Por esse assunto ser motivador e pelo céu ser fonte de conhecimento desde os primórdios, o estudo da Astronomia, tanto no ensino básico como no ensino superior, principalmente tratando-se de futuros professores, é defendido pelos pesquisadores da área de ensino de Ciências. Veja-se a quantidade de resultados dessas pesquisas (MEGID NETO, 2006). A inclusão do tema nos currículos escolares oficiais e a divulgação científica sobre Astronomia – tanto em mídias impressas como em revistas populares de divulgação científica e jornais, além da mídia digital, através de sites especializados e documentários para televisão e internet atualmente em grande número – geraram interesse sobre esses assuntos por parte da população em geral. A inclusão do tema nos PCN fez com que pesquisas e publicações sobre o ensino de Astronomia crescessem quase exponencialmente nas últimas décadas no Brasil (MEGID NETO, 2006).

As pesquisas em ensino de Astronomia abordam diversos temas, desde situações de formação de professores até atividades para serem aplicadas em sala de aula. Para esta pesquisa, buscou-se fundamentação para as discussões em torno da

observação astronômica e sua utilidade em atividades de sala de aula na escola básica, em trabalhos relacionados com o tema e publicados em revistas classificadas pela CAPES como A1 e A2, encontramos cerca de oito dezenas de artigos. Um desses artigos organiza essa coleção no período de 1985 a 2004 (MARRONE,2007). O livro: "Educação em Astronomia: repensando a formação de professores" de Rodolfo Langhi e Roberto Nardi é uma referência valiosa nesse campo. O site "Astronomia e Ciências Afins" do Professor Rodolfo Langhi ¹ com o resumo das publicações revela o estado da arte sobre o assunto.

Essa visão geral da pesquisa nessa área está dividida em três partes, cujo objetivo é trazer produções sobre ensino de Astronomia organizados de uma forma que balizem o problema a ser pesquisado neste trabalho, focalizando a importância do tema nos documentos oficiais, o ensino de Astronomia atualmente e, sobretudo, os trabalhos sobre observação astronômica – interesse principal desta pesquisa. Os itens seguintes foram assim nomeados: 1) Análise de alguns documentos oficiais sobre o tema, dando importância principalmente aos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências da Natureza, que serviu de base para os outros documentos analisados; 2) Perfil das pesquisas em ensino de Astronomia no Brasil; 3) A observação do céu, com análise desta atividade como recurso didático.

¹ <https://sites.google.com/site/proflanghi/>

2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e outros documentos

A importância de se analisar os PCN configura-se no fato de que com este documento estabeleceu-se os temas de Astronomia propostos para serem desenvolvidos nas salas de aula – tanto de Ciências no Ensino Fundamental, como de Física no Ensino Médio – bem como o momento do ano letivo escolar em que seriam aplicados. A partir de sua publicação, portanto, a Astronomia começou a aparecer nos livros didáticos de Física e de Ciências.

Os PCN são referenciais básicos para que as escolas se orientem para o desenvolvimento do currículo e também para a elaboração do planejamento. Alguns currículos oficiais de estados vêm se modificando, de acordo com os PCN, incluindo o conteúdo de Astronomia. É o caso do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO (Estado), 2012) e o Currículo Oficial do Estado de São Paulo (SÃO PAULO (Estado), 2010). Este trabalho propõe uma análise destes três documentos, avaliando quais conteúdos de Astronomia são trabalhados e como a observação do céu está descrita nestes currículos.

Nos PCN de ciências da natureza para o Ensino Fundamental, ciclo 3 e 4, respectivos, sexto e sétimo, e oitavo e nono ano, encontra-se o tema Terra e Universo. Este é um dos eixos temáticos trabalhados nesta etapa da escolaridade. O objetivo dessa divisão em temas, de acordo com o próprio documento, é

"[...] superar a abordagem fragmentada das Ciências Naturais, diferentes propostas têm sugerido o trabalho com temas que dão contexto aos conteúdos e permitem uma abordagem das disciplinas científicas de modo interrelacionado, buscando-se a interdisciplinaridade possível dentro da área de Ciências Naturais." (BRASIL, 1998, p. 27)

Este eixo-temático propõe que os estudantes destes ciclos tenham contato com conteúdos que os façam se situar na Terra, no Sistema Solar, assim como no Universo, além de outros conteúdos que permitam a eles “entenderem a importância da água na dinâmica e na vida terrestre, e compreenderem a estrutura interna da Terra”.

Os temas relacionados com Astronomia são descritos com detalhes, ao longo de todo o documento. Analisando o conteúdo de Astronomia em ciências da

natureza no ciclo 3 e 4, percebe-se que a intenção principal do documento, nesta temática é que os estudantes compreendam que a concepção de Universo sofreu mudanças ao longo do tempo, e percebam que o conhecimento sobre os astros e seus movimentos foi acumulado historicamente.

O trecho a seguir descreve como deve ser a abordagem do professor, de modo que o aluno consiga compreender a passagem de um sistema geocêntrico para um sistema heliocêntrico e, depois, perceber como funciona o Universo, indo para além do que é observado pelo aluno em seu cotidiano.

"No desenvolvimento desses estudos, é fundamental privilegiar atividades de observação e dar tempo para os alunos elaborarem suas próprias explicações. Por exemplo, nos estudos básicos sobre o ciclo do dia e da noite, a explicação científica do movimento de rotação não deve ser a primeira abordagem sobre o dia e a noite, o que causa muitas dúvidas e não ajuda a compreensão do fenômeno observado nas etapas iniciais do trabalho.

Certamente os alunos manifestam a contradição entre o que observam no céu o movimento do Sol tomando-se o horizonte como referencial e o movimento de rotação da Terra, do qual já tiveram notícia. As dúvidas dos alunos, contudo, podem ser o ponto de partida para se estabelecer uma nova interpretação dos fenômenos observados." (BRASIL, 1998, p.62)

Este trecho destaca a importância da observação astronômica, para que o aluno entenda os fenômenos astronômicos, como o dia e a noite, os eclipses, as fases da Lua. No ciclo 4 do Ensino Fundamental, também se encontram propostas de observação do céu:

" A observação direta, contudo, deve continuar balizando os temas de trabalho, sendo desejável que, além da orientação espacial e temporal pelos corpos celestes durante o dia e a noite, os estudantes localizem diferentes constelações ao longo do ano, bem como planetas visíveis a olho nu. Saber apenas os nomes das constelações não é importante, mas é muito interessante observar algumas delas a cada hora, por três ou quatro horas durante a noite, e verificar que o movimento das estrelas em relação ao horizonte ocorre em um padrão fixo, isto é, todas permanecem nas mesmas posições, enquanto o conjunto cruza o céu. Para essas observações, a referência principal continua sendo o Cruzeiro do Sul, visível durante todo o ano no hemisfério Sul." (BRASIL, 1998, p. 91)

A última frase deste trecho possui um erro conceitual como destacado por Langhi e Nardi (2007), pois dependendo do horário e da latitude em que se localiza a pessoa, a constelação de Cruzeiro do Sul poderá estar abaixo do horizonte.

Portanto, os temas de Astronomia propostos pelos PCN de ciências naturais para o Ensino Fundamental são para que o aluno compreenda as concepções de universo geocêntrico e heliocêntrico, com um destaque para o sistema Sol-Terra-Lua; os componentes do Sistema Solar; que reconheça algumas constelações e seja capaz de se orientar na superfície terrestre com a ajuda do céu, identificando os pontos cardeais.

Ao longo de toda a descrição, o documento ressalta a importância da observação, tanto do céu noturno, como do céu diurno, para a melhor compreensão dos fenômenos astronômicos que se pretendem ensinar nestes ciclos escolares, como já descrito anteriormente. Porém, ao se analisar os PCN+, que tem como objetivo ampliar a compreensão dos parâmetros curriculares para o Ensino Médio, a observação do céu não é mencionada.

Os temas de Astronomia são tratados nos PCN+, principalmente, no primeiro ano do Ensino Médio, na disciplina de Física. O conteúdo do tema estruturador Universo, Terra e Vida, foi dividido em três partes: I - Terra e Sistema Solar, II - O Universo e sua Origem e III - Compreensão Humana do Universo. Em cada uma destas partes estão descritas diversas competências e habilidades que os estudantes, ao fim deste tema, poderão ter desenvolvido, como por exemplo: conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia/noite, estações do ano, fases da lua, eclipses, etc.) e as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações (BRASIL,2002).

Pode-se estabelecer a priori, duas hipóteses sobre por que a observação do céu foi deixada de lado no Ensino Médio. A primeira é que os temas de Astronomia tratados nesta etapa escolar são mais avançados, as discussões sobre a constituição do Universo ou movimentos dos cometas, por exemplo, são sobre fenômenos que não podem ser observados com instrumentos acessíveis aos alunos. Entretanto, podem-se conseguir imagens, sites ou programas de simulação que podem substituir a observação a olho nu. A segunda é que os PCN para o Ensino Fundamental já tinham tratado da observação astronômica e a incentivado no Ensino Fundamental, e, por conseguinte, os PCN+ optaram por dar um tratamento mais histórico-filosófico à Astronomia, tirando a parte prática, a observação do céu.

O Currículo Oficial do Estado de São Paulo segue a estrutura proposta pelos PCN, inclusive mantém os eixos-temáticos, assim, para o Ensino Fundamental, temos o eixo Terra e Universo, no qual se encontram os conteúdos de Astronomia. A divisão desses conteúdos ocorre da seguinte maneira: 1) **Planeta Terra: características e estrutura** (5a série/6o ano); 2) **Olhando para o céu** (6a série/7o ano); 3) **Planeta Terra e sua vizinhança cósmica** (7a série/8o ano). Os conteúdos 2 e 3 são os relacionados com os fenômenos astronômicos, sendo que no 2, o aluno irá passar por experiências de observação do céu pra conhecer a vizinhança do Sistema Solar e algumas constelações, porém não há nos PCN, indicações sobre como as atividades de observação devem ser realizadas pelos alunos.

Já para o Ensino Médio, o currículo de Física é inteiramente baseado nos PCN+, portanto, as divisões temáticas e conteúdos são distribuídos entre as séries da mesma maneira; o conteúdo relacionado com a Astronomia é proposto para o terceiro e quarto bimestres do primeiro ano. Como já dito, a observação está fora da proposta de conteúdos, dando um tratamento histórico-filosófico ao tema.

O Currículo Mínimo do Rio de Janeiro possui uma nova perspectiva, pois no primeiro ano do Ensino Médio, há uma proposta de mesclar os conteúdos de Astronomia, com os de Física. No primeiro bimestre, por exemplo, os alunos vão estudar movimento, mas a partir da cosmologia, como podemos ver na Figura 1. Assuntos de Astronomia são citados ao longo dos três primeiros bimestres: no primeiro, prevê o ensino do Sistema Sol-Terra-Lua e as concepções de Universo, o geocêntrico e o heliocêntrico; no segundo, o aluno terá contato com a teoria da gravitação e no terceiro, com a relatividade de Einstein e as concepções de *Universo modernas*, como espaço curvo e *Big Bang*. No Ensino Fundamental, a Astronomia não é relacionada a nenhuma das disciplinas, tanto Ciências, como Geografia, ficando de fora do Currículo Mínimo. Por se tratar de um currículo feito para implantação em pouco tempo, não possui indicações de como desenvolver os conteúdos com os alunos, portanto não há nenhuma menção às observações do céu.

| | |
|-----------------------------------|--|
| 1º Bimestre | |
| Campo | Cosmologia - Movimento |
| Habilidades e Competências | <ul style="list-style-type: none"> - Compreender o conhecimento científico como resultado de uma construção humana, inserido em um processo histórico e social. - Reconhecer a importância da Física Aristotélica e a influência exercida sobre o pensamento ocidental, desde o seu surgimento até a publicação dos trabalhos de Isaac Newton. - Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos. - Saber comparar as ideias do Universo geoestático de Aristóteles-Ptolomeu e heliostático de Copérnico-Galileu-Kepler. - Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia/noite, estações do ano, fases da Lua, eclipses, marés etc.). - Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas. - Compreender a relatividade do movimento. - Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas. - Compreender os conceitos de velocidade e aceleração associados ao movimento dos planetas. - Reconhecer o caráter vetorial da velocidade e da aceleração. |

Figura 1: Trecho do Currículo Mínimo de Física do 1º ano do Ensino Médio (RIO DE JANEIRO, 2012, p. 5)

Os PCN incluíram a Astronomia nos currículos escolares e destacaram a importância da observação do céu, para o melhor entendimento, por partes dos alunos, dos fenômenos e objetos astronômicos estudados em sala de aula. Apesar do currículo do Rio de Janeiro integrar os conteúdos de Física e Astronomia no mesmo bimestre, os tópicos de uma e outra área apresentam-se separadamente, como podemos ver na Figura 1, ou seja, o tratamento interdisciplinar entre os conteúdos das duas áreas será prejudicado, se o professor não promover uma estratégia que integre as duas áreas ao trabalhar a sequência de tópicos.

A proposta de trabalhar um conceito de Física através da observação astronômica, portanto, é a tentativa de, ao observar um fenômeno no céu e estudá-lo, o aluno, na tentativa de esclarecer o que está acontecendo, assimile o conceito de Física necessário para a explicação desse fenômeno, e que esse conceito apareça a partir da criação de hipóteses, do teste dessas hipóteses e das conclusões por parte dos alunos ao tentar explicar o fenômeno astronômico observado. Em todas essas etapas, é necessária a mediação do professor, utilizando recursos de aprendizagem que orientem o processo de investigação, buscando um aprendizado significativo e duradouro.

2.2 Pesquisas em ensino de Astronomia no Brasil

Como dito anteriormente, o ensino de Astronomia é uma área que cresceu nas últimas décadas, principalmente a pesquisa sobre esse tema, de acordo com Langhi e Nardi (2012) o número de teses, dissertações, artigos com essa temática em literatura conceituada na área, em revistas de ensino de ciências e ensino de Física como o Caderno Catarinense de Ensino de Física e Revista Brasileira de Ensino de Física, além das apresentações em eventos relacionados, como o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), o encontro de pesquisa em ensino de Física (EPEF), entre outros, tiveram um aumento sensível.

Para traçar o perfil da pesquisa nessa área, damos destaque a dois trabalhos: o de Marrone Júnior (2007) e de Megid Neto (2006). O trabalho de dissertação de Marrone Júnior tem como título: "*Um perfil da pesquisa em ensino de Astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências*", o objetivo do autor é, a partir de uma análise dos trabalhos publicados em periódicos relacionados ao ensino de ciências, fazer um levantamento dos trabalhos cuja ênfase é o ensino de Astronomia, fazendo uma análise quantitativa e qualitativa desses artigos. Já o artigo de Megid Neto, Bretones e Canalle, é uma análise dos trabalhos apresentados na Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) desde 1974, quando a sociedade foi formada, até 2003.

Segundo os autores,

"A necessidade de os professores da educação básica se aperfeiçoarem em conteúdos da área, bem como livros didáticos tratem com maiores detalhes desses assuntos foram fatores responsáveis pela realização de muitos cursos de formação continuada de professores, estudos sobre recursos didáticos disponíveis ou mesmo produção de novos materiais didáticos para abordagem dessa temática no ensino.

Com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino fundamental, em dezembro de 1997, essa inserção de temas sobre Astronomia na educação escolar se intensifica, sendo um fator altamente estimulante de estudos e pesquisas na área. A organização dos conteúdos dos PCN está distribuída em 4 blocos temáticos, sendo um deles "Terra e Universo", proposto mais especificamente para as escolas de 5ª a 8ª séries do ensino fundamental.

A partir de então se observa uma produção mais significativa de estudos e investigações sobre ensino de Astronomia, no âmbito das produções de Instituições de Ensino Superior e principalmente de Centros e Museus de Astronomia ou Ciências Afins. Os trabalhos apresentados nas Reuniões Anuais

da SAB e sua distribuição ao longo dos anos são um retrato dessa trajetória." (MEGID NETO, 2006, p. 3)

Megid Neto, Bretones e Canalle analisaram 137 trabalhos produzidos para as reuniões anuais da SAB, cujos principais temas são: Recursos Didáticos (26,3%); Currículos e Programas (21,2%); Conteúdo-Método (18,2%); Programas de Educação Não-Formal (16,8%); Formação de Professores (10,9%); e Outros (6,6%). A partir dessa análise, é possível delinear-se um panorama da produção na área de ensino de Astronomia. Detendo-se nos dados percentuais, aqueles com maior produção são os Recursos Didáticos, em que se encontram, segundo Megid Neto (2006), trabalhos que propõem o uso de instrumentos variados para ensinar Astronomia; de lunetas e telescópios até softwares educacionais que simulam fenômenos astronômicos. Na categoria Currículo e Programas, encontram-se, principalmente, propostas de currículos para a educação em Astronomia e discussões sobre a inserção da Astronomia em diversos níveis escolares. Em Conteúdo-Método, estão trabalhos que discutem métodos para o tratamento de vários temas em diferentes níveis escolares. Nota-se que a produção na área de ensino de Astronomia é bem diversificada e sofreu um aumento significativo a partir da inclusão dessa temática nos PCN de 1997, como podemos ver na Figura 2.

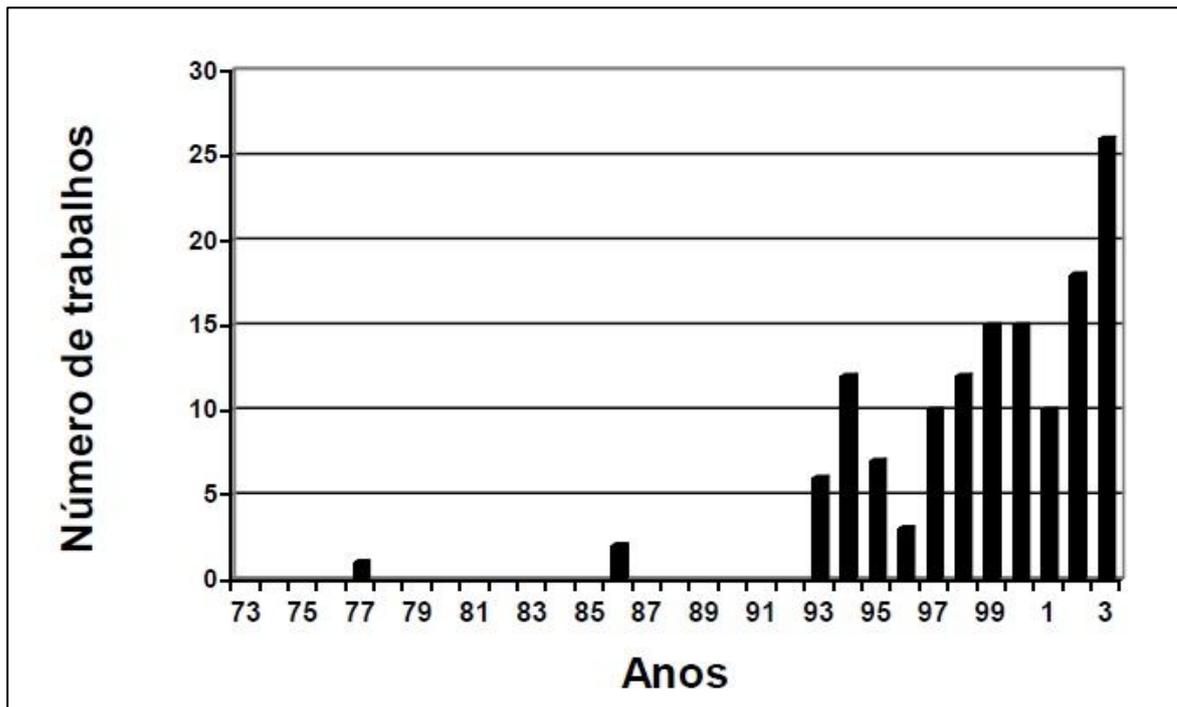


Figura 2: Distribuição dos trabalhos sobre ensino de Astronomia nas reuniões da SAB, ao longo dos anos. (MEGID NETO, BRETONES e CANALLE, 2006)

Em sua dissertação, Marrone Júnior (2007), escolhe, como periódico principal a ser analisado, o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), pois nele houve o maior número de publicações sobre Astronomia, totalizando 38 artigos desde a primeira edição. Esses artigos dividem-se em conteúdos, de acordo com a Figura 3. Nota-se que a maioria dos trabalhos sobre Astronomia, publicados neste periódico, relaciona-se a conteúdos que servem de suporte didático a professores que trabalham Astronomia em suas aulas, visto que História da Astronomia, Explicação de Fenômenos e Oficinas que representam 73% do total, referem-se a como ensinar Astronomia.

Outra conclusão produzida por esse trabalho está relacionada à queda do número de publicações sobre Astronomia neste periódico. O gráfico da Figura 4 aponta essa queda, quando agrupa o número de publicações a cada cinco anos, o que, de acordo com o autor, demonstra que:

"[...] a comunidade sente que esta fase de transposição dos saberes esteja se esgotando e que a mudança de paradigma é um fato eminente para a concretização da pesquisa em Ensino de Astronomia no Brasil." (MARRONE JÚNIOR, 2007, p. 76)

| Conteúdo | Quantidade | Percentual |
|--------------------------------|------------|------------|
| História da Astronomia | 12 | 32 |
| Explicação de fenômenos | 11 | 29 |
| Oficina | 05 | 12 |
| Formação de professores | 03 | 8 |
| Produção e análise de material | 03 | 8 |
| Ensino de Astronomia | 02 | 5 |
| Concepções Previas | 01 | 3 |
| Demonstrações algébricas | 01 | 3 |
| Total | 38 | 100 |

Figura 3: Distribuição dos conteúdos dos 38 artigos do CBEF. (MARRONE JÚNIOR, 2007, p.79)

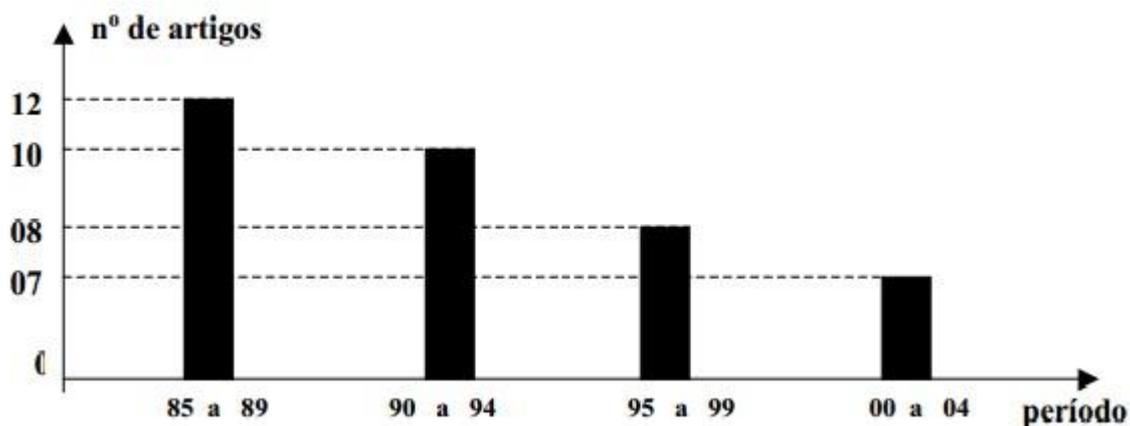


Figura 4: Número de artigos no CBEF por blocos de 5 anos. (MARRONE, 2007, p.75)

No Brasil, as dissertações e teses com o tema de ensino de Astronomia são produzidas a partir 1973. Utilizando como fonte o site de Paulo Bretones: "Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia", sabe-se que, desde o primeiro ano até 2014, foram 116 dissertações de mestrado e 15 teses de doutorado, .

Como mostram os dados em Langhi e Nardi (2012): de 2006 a 2010, foram 34 dissertações e 6 teses sobre ensino de Astronomia; de 2001 a 2005, são 16 dissertações; de 1996 a 2000 são 7 dissertações e 2 teses; portanto, nos últimos anos a investigação científica nessa área aumentou consideravelmente, mostrando a consolidação da área na pesquisa sobre ensino de ciências.

No ano de 2004, foi criada a Revista Eletrônica Latino-Americana de Educação em Astronomia (Relea), essa revista é a única do país que contempla

exclusivamente artigos sobre a pesquisa em ensino de Astronomia, de acordo com Langhi e Nardi (2012), o que demonstra certa carência de revistas científicas especializadas no assunto. Um evento importante com essa temática é o Simpósio Nacional de Educação em Astronomia que já está na sua terceira edição, tendo como público de interesse professores da educação básica, pesquisadores da área e alunos de pós-graduação e graduação. Esses dois fatos mostram uma tentativa de consolidação dessa área de pesquisa que vem aumentando nos últimos anos.

2.3 Observação do céu

A observação do céu, no início, era uma forma de previsão dos movimentos de astros para organizar a vida na Terra – agricultura, localização, orientação para deslocamentos e viagens marítimas, etc. – hoje em dia, o estudo dessa área envolve muito mais do que o controle dos movimentos ou a previsão de acontecimentos. Todos os campos da Física são contemplados nos estudos da Astronomia.

As descobertas feitas na mecânica clássica, por cientistas como Isaac Newton ou Galileu Galilei, vieram junto com resultados de observações astronômicas. Na tentativa de explicar modelos propostos para o universo, principalmente o modelo de Copérnico, os dois cientistas foram elaborando teorias cada vez mais completas e explicativas. A lei da inércia e a lei da gravitação universal tiveram inspiração diretamente da observação do céu. Destacamos a fala de Steiner em uma entrevista para a revista FAPESP jan/13 (FAPESP, 2013, p.24): o universo é “o maior e melhor laboratório que existe”, destacando a importância da observação do céu na história da Astronomia e da Física ainda hoje.

A observação astronômica é citada como uma atividade importante em vários trabalhos. A maioria deles ressalta que o contato com o céu é fundamental para o entendimento de fenômenos astronômicos, expressando que a observação precisa ser realizada durante vários dias para poder acompanhar os movimentos dos astros e, assim, identificar padrões. Esses trabalhos estarão descritos a seguir, entretanto, sempre de uma forma periférica, como parte de uma atividade de formação ou como proposta de um recurso didático. Aspectos da qualidade dessas observações – quais as concepções que são apresentadas pelos sujeitos na atividade para explicar um determinado fenômeno e quais as dificuldades que ocorrem ao longo de uma atividade de observação – são descritos em poucos trabalhos; Barclay (2003) e Jackson (2009) são exemplos. Pode-se considerar, portanto, uma parte do ensino de Astronomia pouco explorada.

Trabalhos como o de Bretones e Compiani (2010), Sobrinho (2005), Barclay (2003), Klein (2010), Jackson (2009) e Soler (2012), destacam a observação do céu como importante metodologia para o ensino de Astronomia e cada um desses trabalhos se relaciona com a observação de forma diferente.

De modo geral, todos os trabalhos citados no parágrafo anterior, mostram que a observação do céu com a vista desarmada, sem o uso de nenhum instrumento, é uma das principais formas utilizadas para aproximar alunos e professores de educação básica da prática da observação. Detectar as estrelas mais brilhantes, o padrão das constelações, os planetas, acompanhar o Sol e a Lua, são atividades utilizadas em cada um desses trabalhos, o que mostra uma aproximação histórica, já que as primeiras observações estabelecidas buscavam identificar os mesmos astros.

Os trabalhos com esse tema foram agrupados, em dois tipos: Atividades práticas com alunos e professores e Análise da observação em currículos.

No primeiro, encontram-se a maioria dos trabalhos neste tema, pois são descrições de atividades realizadas tanto com alunos, como com professores da educação básica. Nessas descrições os trabalhos, como o de Barclay (2003) e Jackson (2009) mostram como trabalhar a observação astronômica com os alunos, descrevendo atividades realizadas pelos autores, tanto em observação noturna, como diurna. Na descrição, mostram quais as dificuldades que podem ser encontradas e quais aspectos observacionais podem ser trabalhados para iniciar o estudo de Astronomia através da observação.

Os trabalhos de Bretones e Compiani (2010) e Klein (2010) tem como objetivo identificar quais as relações que a observação astronômica tem, respectivamente, com a motivação de uma aula prática em um curso de formação de professores e com o tipo de motivação que alunos da educação básica, junto a seus professores, têm ao observar os astros por telescópios.

O trabalho de investigação é a motivação que os professores têm para observar no curso de formação analisado por Bretones e Compiani(2010), além da curiosidade presente em todas as descrições de atividades de observação. Para eles:

"Solicitar aos participantes que observassem o movimento do Cruzeiro do Sul foi sugerir um aspecto da observação que poderiam fazer. Outros aspectos envolveriam verificar e comparar os brilhos das estrelas daquela constelação, as cores, em que medida o formato da constelação se parece com uma cruz, etc.

Dessa forma, com o objetivo de responder à pergunta: "Que movimento o Cruzeiro faz ao longo das horas?", os participantes já tinham algo em mente, uma pergunta, um desafio." (BRETONES e COMPIANI, 2010, p. 180)

No trabalho de Klein (2010), encontram-se categorias sobre como se dá a relação com o saber dos alunos, com o mundo, consigo mesmo e com os outros, analisando a observação realizada por eles. Segundo os autores, a relação com o outro durante a observação é importante, pois com ela os alunos podem comparar as suas observações e discutir com o colega o que eles estão observando:

"As sensações, emoções vividas e o aprendizado produzido durante a observação, pelo menos no caso dos dados aqui apresentados, ocorreram sempre no contexto de um grupo, que se mobilizou em direção a um mesmo fim: a observação dos astros. Os observadores sentem necessidade de comunicar aos outros o que viram, ou pelo menos checar o que viram com aquilo visto pelo outro. Há uma intensa comunicação no momento da observação. A relação com o outro permeia toda a situação de observação e fornece o contexto geral em que ela ocorre: há um efeito de coletividade e de identidade grupal." (KLEIN, 2010, p. 52)

Os outros trabalhos que analisam a importância da observação astronômica nos currículos de ciências ou como trabalhar a interdisciplinaridade da observação em Astronomia com as outras ciências compõem o nosso segundo conjunto de trabalhos sobre esse tema.

O trabalho de Sobrinho (2005) possui uma interessante abordagem do ensino de Astronomia, pois demonstra como estudar a astronomia através da ótica, trabalhando a observação astronômica com instrumentos óticos e suas propriedades, dando um destaque para a Física do olho humano, um dos órgãos principais de percepção do mundo. Abaixo, o trecho em que descreve a importância da observação a olho nu:

"Embora a observação a olho nu tenha suas limitações óbvias, esta proporciona uma visão de conjunto única e é altamente recomendada para início do estudo da Astronomia e para o trabalho didático-pedagógico. Aconselha-se que sejam realizadas observações do céu como ponto de partida de todo um trabalho em que se vise uma melhor compreensão dos fenômenos relativos aos fundamentos socioculturais que caracterizam nossa visão de mundo." (SOBRINHO, 2005, p. 23)

A observação de diversos astros e também o modo de relacionar a ótica com essa observação são descritas neste trabalho, além de como, através de perguntas, orientar essa observação e também em que momento as encaixar nas

atividades de observação. O trabalho, assim, se torna um guia para montar uma atividade de observação.

Em seu trabalho, Soler (2012), faz uma análise das atividades destinadas à observação do céu no Currículo Oficial do Estado de São Paulo. Para isso, analisa também os PCN, buscando comparar a abordagem da observação nos dois documentos, destacando que as atividades sugeridas são observações a olho nu e com a preocupação de que o aluno adquira um conhecimento aperfeiçoado em Astronomia. A conclusão de seu trabalho foi que o Currículo do Estado de São Paulo trabalha mais conceitos de Astronomia que os PCN, portanto o tema de observação é abordado mais amplamente naquele documento.

Não foram analisados todos os trabalhos que tratavam sobre observação; foram destacados os mais relevantes para a pesquisa, ou seja, trabalhos que ajudassem a compreender o problema de utilizar uma atividade de observação astronômica em sala de aula, já que é este o tema aqui proposto, tentando analisar como se caracteriza a observação feita por alunos no Ensino Médio e como essa observação pode auxiliar no ensino de um conceito de Física. Há muitos trabalhos que citam atividades de observação astronômica. Optou-se por fazer uma leitura mais crítica daqueles que fizeram uma análise da importância da observação e seu contexto, assim como aqueles que analisaram a observação por si só em diversos aspectos. Este trabalho se diferencia dos aqui apresentados, pois aplicou uma atividade de observação astronômica no Ensino Médio, buscando investigar um problema da Astronomia, ou seja, “as formações das crateras lunares”, a partir da observação da Lua; colocando telescópios à disposição dos participantes para que eles pudessem investigar a Lua, colocando-se a par deste problema, criando, assim, o interesse de investigá-lo posteriormente com uma atividade experimental, fazendo a relação com a Física, como se esperava.

3. Objetivo da Pesquisa

O objetivo geral da pesquisa proposta é focalizar a atividade de observar o céu, com motivação para compreendê-lo – além de admirá-lo e deslumbrar-se com ele – refletindo sobre os conceitos da Física escolar e aplicando-os para explicar os fenômenos observados. Trata-se, portanto, de investigar o que é necessário para desenvolver o conceito de energia partindo de uma observação astronômica.

Assim, esta pesquisa propôs-se a construir e analisar uma situação de aprendizagem, constituída por uma sequência organizada didaticamente, com o propósito de tornar possível ao aluno compreender o conceito de Física integrado a uma atividade de observação astronômica.

Recorreu-se, portanto, a objetos de estudo e conteúdos específicos de cada uma das disciplinas: na Astronomia, os dados da observação astronômica e na Física, a conceituação de ENERGIA como compreendida nessa ciência.

4. Física a partir da Astronomia

O conhecimento da Física e das teorias estabelecidas são fundamentais para o estudo da Astronomia; por outro lado, a Astronomia com seus objetos de estudo é fonte de informações preciosas para a evolução das teorias da Física, levando ao conhecimento do mundo em que vivemos.

Atualmente, a Astronomia, sobretudo no currículo do Ensino Médio e, conseqüentemente, nos projetos escolares deste nível de ensino, tende a ser um assunto que, em geral, é desenvolvido de forma desconectada dos conteúdos da Física, nos quais o conteúdo científico veiculado se torna empobrecido. Essa desarticulação pode ser verificada desde a divisão dos conteúdos, no planejamento, no qual são dedicados alguns meses do ano letivo à Astronomia, sem que se estabeleça uma relação com os temas da Física e os conteúdos da Astronomia (SÃO PAULO (Estado), 2010). Com isso, perde-se a oportunidade de construir uma concepção mais apropriada da ciência, além de limitar o conteúdo da Astronomia aos aspectos mais qualitativos.

Olhar para o céu, portanto, tinha na antiguidade um caráter prático. As pessoas utilizavam os fenômenos e os investigavam para relacioná-los com alguma atividade humana. A motivação que levava a humanidade a olhar para o céu e entender melhor a dinâmica dos astros era principalmente melhorar as atividades desenvolvidas naquela época.

Com o avanço científico, a motivação mudou. Para os cientistas da época do renascimento, no século XVII, a necessidade de entender a natureza era intelectual. Eles queriam dominar o conhecimento sobre os astros para entender as leis da natureza e do universo, por isso o desenvolvimento na área da Astronomia voltou a tomar vulto. Foram desenvolvidas várias leis que explicavam o que ocorria no céu e, com o surgimento e gradual aprimoramento dos telescópios essa área do conhecimento cresceu muito e vem avançando até os dias de hoje (CORRÊA, 2013).

Do avanço que ocorreu no século XX, a Astronomia voltou a ter um destaque, tanto no meio científico – com as teorias cosmológicas, que se alojam na fronteira do conhecimento – como na divulgação científica – com documentários na

mídia. Com isso, a Astronomia começou a despertar a curiosidade do público em geral, principalmente dos jovens.

Por isso, utilizar da motivação que os conhecimentos astronômicos dão às pessoas para ensinar Física é aproximar os alunos de um contexto, para eles agradável e curioso, no entanto, com intenção de desenvolver o aprendizado de Física, muitas vezes de difícil entendimento para o aluno, por ser abstrato.

Há alguns trabalhos na área que fazem essa ligação ao ensinar Física através da Astronomia. O trabalho de Schmitt (2005), por exemplo, em que usa a Astronomia para introduzir o tema das radiações eletromagnéticas. Segundo o autor, o tema foi abordado, utilizando atividades práticas de observação do céu, por meio de telescópio, em especial, práticas de observação do Sol, simulações computacionais através de *applets* disponíveis na Internet e atividades de laboratório, sempre partindo de aspectos relacionados à Astronomia. Todas as atividades descritas neste trabalho relacionaram a Astronomia e a radiação eletromagnética. Outro trabalho é o de Bernardes (2006) que utilizou a motivação de observar o céu com um telescópio, para que alunos de licenciatura em Física construíssem seu próprio aparelho e, com isso, discutissem temas (a formação de imagens em lentes e espelhos; aberrações esféricas e cromáticas; interferência e difração) de acordo com cada fase do processo de construção.

Essas experiências evidenciam que é possível compreender a Física através da Astronomia.

Este trabalho pretende avançar nessa interdisciplinaridade entre Física e Astronomia, criando e explorando situações motivadoras, como a observação do céu, para ensinar Física, especialmente no Ensino Médio. A intenção da pesquisa foi investigar a possibilidade de se partir da observação astronômica, utilizando telescópios ou vista desarmada, para que os alunos interpretassem um determinado fenômeno e elaborassem hipóteses sobre uma possível explicação do fenômeno observado. Assim, ao investigar as suas hipóteses, que eles pudessem fazer o uso de artifícios e conceitos físicos, que, ao longo da discussão, comesçassem a ser construídos, antes mesmo que estes alunos atentassem para o fato de que estão discutindo a Física e seus conceitos –o que, às vezes, em sala de aula, pode ser desinteressante e pouco compreensível (BRASIL, 1998).

O aspecto central deste trabalho é encontrar e propor temas que possam ser trabalhados em sala de aula de forma que o aluno observe um fenômeno no céu, tire dados desse fenômeno e, a partir desses dados, investigue o fenômeno – sua origem e sua explicação – e, ao investigar, necessite de um conceito físico, como energia, velocidade, calor, ondas eletromagnéticas, entre outros. Assim, ao explicar o fenômeno astronômico, consiga elaborar – e, portanto, compreender – um conceito físico.

5. Formação dos conceitos – a atividade mediada e o significado na teoria de Vigotski

O materialismo histórico-dialético é a teoria que se aplica à educação, sobretudo nos aspectos relacionados à aprendizagem. As pesquisas de Vigotski e seus colaboradores apresentaram uma forma para compreender o desenvolvimento cognitivo dos seres humanos – aprofundando a ideia de interiorização dos conceitos, a relação do pensamento com a linguagem, a mediação, entre outros elementos – que foi amplamente estudada e pesquisada nos anos que se seguiram ao trabalho de Vigotski.

Neste capítulo, exploraremos dois conceitos pertencentes às bases da teoria histórico-cultural: o **conceito de significado**, na tentativa de entender o caminho que um novo conceito leva para ser compreendido por um aluno, principalmente nas aulas de Física onde está o nosso foco, e o **conceito de atividade mediadora**, destacando o papel do professor e dos seus colegas, com ênfase na nossa pesquisa, como mediador dos novos conhecimentos, além dos outros instrumentos mediadores dessa relação do aluno com o céu, como os telescópios.

Para entender os conceitos citados acima, precisamos entender a nova "pedagogia" proposta por Vigotski. Essa nova "pedagogia" opõe-se à metodologia pedagógica do estímulo-resposta, concebida pelos psicólogos e pesquisadores da época em que foi elaborado o trabalho de Vigotski. As pesquisas sobre comportamento, anteriores a ele, fundamentavam-se na reação dos humanos ao se defrontarem com problemas, analisando basicamente o fenótipo; ou seja, focalizando as características externas e descrevendo-as; assim, interpretando somente o estágio final do pensamento humano associado a sua expressão externa, sem considerar que antes dessa expressão há um processo interno "invisível" de relações e comparações, o pensamento. Portanto, as conclusões baseando-se somente nas respostas dos sujeitos pesquisados ou em suas expressões externas podem levar a equívocos na conclusão de uma pesquisa, como Vigotski exemplifica em seu livro: *A Formação Social da Mente* (VIGOTSKI, 2007).

O novo modo de investigar a aprendizagem propõe que o estudo do comportamento se baseie no genótipo, ou seja, indo na origem do fenômeno, nas

relações dinâmico-causais e não na aparência externa, tentando mostrar a essência dos fenômenos psicológicos, explicando-os e não simplesmente descrevendo-os como era feito até o desenvolvimento dessa nova teoria.

Um exemplo para esclarecer o parágrafo anterior, encontra-se em um trecho do livro de Vigotski. Percebe-se que, guiar-se somente pela aparência externa, pode resultar em conclusões errôneas:

"A diferença entre esses dois pontos de vista pode ser elucidada por qualquer exemplo biológico. Uma baleia do ponto de vista de sua aparência externa, situa-se mais próxima dos peixes do que dos mamíferos; mas, quanto a sua natureza biológica está mais próxima de uma vaca ou de um veado do que de uma barracuda ou de um tubarão." (VIGOTSKI, 2007, p. 64)

O foco do novo método encontra-se na análise funcional do objeto, e não no que pode ser visualizado independentemente da sua origem e função; é uma maneira de entender o desenvolvimento do pensamento, dando uma importância menor à expressão deste pensamento e maior ao processo que ocorre no interior do objeto/indivíduo.

Na explicação desse novo método, um princípio importante é a "fossilização", ou "comportamento fossilizado"; por se repetir por várias gerações, esse comportamento já faz parte do homem, portanto é muito difícil chegar às suas origens, já que se trata de processos psicológicos que têm um desenvolvimento histórico muito longo (VIGOTSKI, 2007).

Esse comportamento fossilizado, de acordo com Vigotski, ocorre:

"... frequentemente com processos que esmaeceram ao longo do tempo, isto é, processos que passaram através de um estágio bastante longo de desenvolvimento histórico e tornaram-se fossilizados. Essas formas fossilizadas de comportamento são mais facilmente observadas nos assim chamados processos psicológicos automatizados ou mecanizados, os quais, dadas as suas origens remotas, estão agora sendo repetidos pela enésima vez e tornaram-se mecanizados. Eles perderam a sua aparência original, e a sua aparência externa nada nos diz sobre a sua natureza interna. Seu caráter

automático cria grandes dificuldades para a análise psicológica." (VIGOTSKI, 2007, p. 67)

Este conceito pode ser usado para aproximar a relação do céu com as pessoas nos dias de hoje. É uma relação bastante enfraquecida, se comparada com a de nossos antepassados. Já que, para estes, o céu era o modo como se acompanhava o passar do tempo, era um guia de navegação, ajudava a entender as épocas da agricultura, além da fascinação que despertava ao procurar entender o que eram todos aqueles componentes brilhantes e quais as suas características e diferenças, portanto uma relação fortíssima, já que a vida dependia do conhecimento que se tinha da abóbada celeste. Atualmente, o homem não precisa olhar para o céu para a sua sobrevivência. Com o advento das tecnologias e a automatização das funções que eram obtidas do céu – criação do relógio, dos calendários, GPS, o sistema de posicionamento global – nós seres humanos, não precisamos mais olhar para o céu e entendê-lo. Talvez por isso aquele comportamento antigo se fossilizou, pois a sua utilidade diminuiu. Pode-se dizer, portanto que, em geral, a relação dos seres humanos com o céu está fossilizada e o papel do professor seria o de romper esse comportamento, propiciando aos alunos a oportunidade de observarem o céu e entendê-lo novamente, unindo o presente ao passado.

Para o problema de formação das crateras, os alunos já têm uma resposta pronta, falam que foi a colisão de meteoritos com a sua superfície, pois esse conhecimento vem sendo passado como modelo de explicação para o fenômeno por diversas gerações, e de acordo com Vigotski essa resposta já se tornou automatizada e mecanizada, portanto cabe o professor criar um ambiente de discussão e observação propício para que o aluno possa repensar sobre o problema, colocando em dúvida esses pensamentos fossilizados, os quais eles tomaram como verdade, porque ouviram repetidas vezes que a Lua possui crateras.

Assim, a metodologia desenvolvida pelo grupo de Vigotski, insere uma nova relação entre o sujeito e o objeto, a atividade mediada, representada na Figura 5 a seguir.

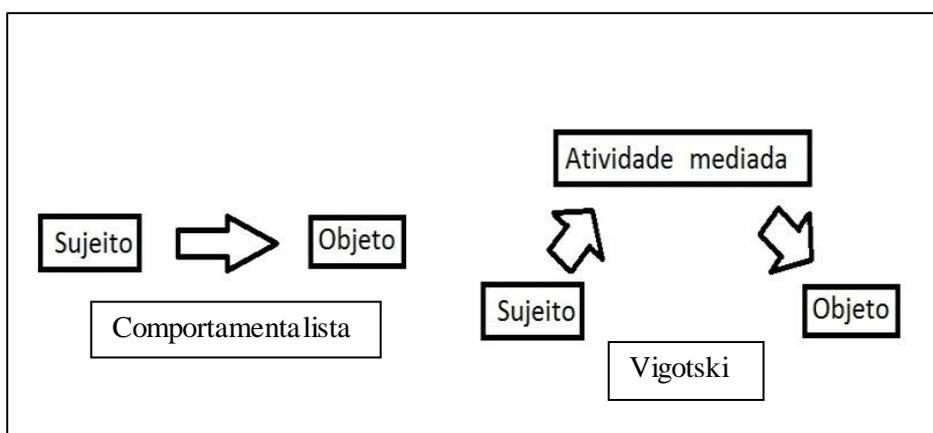


Figura 5: Relação entre Sujeito e Objeto antes e depois da teoria de Vigotski. (VIGOTSKI, 2007, p.54)

Na Figura 5, podemos ver que para os pesquisadores que precederam Vigotski, a relação entre o sujeito e o objeto se dava de forma direta, imediata; já para Vigotski a relação do sujeito com o objeto se dá de forma mediada. Essa atividade mediada pode se dar de duas maneiras: através de instrumentos que modificam os objetos de acordo com um objetivo traçado previamente pela pessoa – que, de acordo com Vigotski (2007), é um condutor da influência humana no objeto – ou através de signos, que ainda de acordo com o autor, não modificam o objeto da operação psicológica – é um meio da atividade interna, dirigido para o controle do próprio indivíduo. Os instrumentos junto com os signos formam as funções psicológicas superiores. No excerto a seguir, encontra-se a conclusão desta ideia de atividade mediada.

"O uso de meios artificiais - a transição para a atividade mediada - muda, fundamentalmente, todas as operações psicológicas, assim como o uso de instrumentos amplia de forma ilimitada a gama de atividades em cujo interior as novas funções psicológicas podem operar. Nesse contexto, podemos usar o termo função psicológica superior ou comportamento superior com referência entre a combinação entre o instrumento e o signo na atividade psicológica." (VIGOTSKI, 2007, p. 56)

Segundo Gomes (2007), a atividade mediadora permite ao indivíduo a apropriação das objetivações produzidas pelo gênero humano e possibilita, conforme assevera Vigotski, o domínio da própria conduta – ponto em que culmina o desenvolvimento do psiquismo.

Portanto, um papel importante para o professor é mediar o conhecimento acumulado pelo gênero humano através de sua história e não, como se pode observar em algumas práticas escolares, nas quais o professor traz aos alunos o conhecimento de maneira pronta, apresentando-lhes o significado direto, em vez de lhes apresentar o caminho para desenvolver o significado deste conceito. Assim, desenvolve-se um conteúdo de modo desinteressante para o aluno, principalmente quando este aluno está sendo colocado diante daquele conteúdo e seus conceitos pela primeira vez. Além disso, desconsidera que o aluno já carrega uma experiência em que pode ter formulado concepções inadequadas com relação àquele conteúdo.

A função do professor passa a não ser então só o detentor e transmissor do conhecimento, mas mediador² do conhecimento, com auxílio de atividades e de questões problematizadoras, questões essas que ponham os alunos em dúvida sobre os conhecimentos que eles já têm, fazendo com que eles pensem sobre o problema e tenham oportunidade de discutir os novos conceitos também junto com seus pares, formando ou construindo e internalizando esse conceito.

O conceito de internalização é citado por Vigotski (2007), como sendo a reconstrução interna de uma operação externa; a formação do conceito inicia-se externamente no social, interpsicologicamente e depois no pessoal, intrapsicologicamente. Esta formação tem um começo, porém não tem um fim, ocorre ao longo do desenvolvimento, devido a uma série de eventos. Esses eventos vão transformando qualitativamente o conceito, através de um acúmulo, dando assim a natureza histórica da teoria, pois todas as transformações estão interligadas.

Um conceito, de acordo com Vigotski (2008), não é uma formação isolada, fossilizada e imutável, mas sim uma parte ativa do processo intelectual, constantemente a serviço da comunicação, do entendimento e da solução de problemas.

² Em certa medida estamos fazendo uma extensão do conceito de atividade mediadora, considerando a importância que ele tem na condução da aprendizagem.

Um exemplo de conceito que vai sendo mudado ao longo do desenvolvimento é o conceito de estrela. Para uma criança, inicialmente, é um pontinho brilhante no céu, depois, em certa idade, ela aprende outro significado: o Sol é uma estrela, portanto, uma estrela brilha porque está queimando e a vemos como um pontinho, pois está muito longe. Esse outro significado não substitui o primeiro e sim o complementa. Na adolescência, descobre que a emissão de luz própria é devido à fusão nuclear e não porque está pegando fogo como uma lenha e assim por diante. E outros tantos significados para o mesmo conceito, formulados, por exemplo, a partir de um desenho: é aquilo que possui cinco pontas na camisa de futebol, representando os títulos de um clube, ou na televisão, significando um artista que chegou ao topo de sua carreira e assim por diante. Em suma, o conceito é um acúmulo de experiências sociais que vão se internalizando com o desenvolvimento do ser e está sempre em transformação.

O significado – um dos conceitos-chave da teoria histórico-cultural – para Vigotski (2009), é a unidade de análise do pensamento e da linguagem; um elemento indecomponível; por isso, não podemos separá-lo. O significado da palavra é uma generalização ou conceito, segundo o autor.

"O significado só é um fenômeno de pensamento na medida em que o pensamento está relacionado à palavra e nela materializado, e vice-versa: é um fenômeno de discurso apenas na medida em que o discurso está vinculado ao pensamento e focalizado por sua luz. É um fenômeno do pensamento discursivo ou da palavra consciente, é a unidade da palavra com o pensamento." (VIGOTSKI, 2009, p. 398)

O significado das palavras se desenvolve, muda com o tempo, de acordo com Vigotski:

"O significado da palavra é inconstante. Modifica-se no processo do desenvolvimento da criança. Modifica-se também sob diferentes modos de funcionamento do pensamento. É antes uma formação dinâmica que estática. O estabelecimento da mutabilidade dos significados só se tornou possível quando foi definida corretamente a natureza do próprio significado. Esta se revela antes de tudo na generalização que está contida como momento central,

fundamental, em qualquer palavra, tendo em vista que qualquer palavra já é uma generalização. Contudo, uma vez que o significado da palavra pode modificar-se em sua natureza interior, modifica-se também a relação do pensamento com a palavra." (VIGOTSKI, 2009, p. 408)

Portanto, a significação de um conceito, vem com a generalização. Isso diferencia o significado da forma verbal da palavra, ou seja, para Vigotski (2009), a criança não diferencia o significado verbal e o objeto; o significado e a forma sonora da palavra, essa diferenciação, só vem com a generalização. Assim, no fim do desenvolvimento, em que os conceitos estão suficientemente formados, é quando ocorrem relações mais complexas.

Ainda segundo Vigotski (2009), o pensamento não é só externamente mediado por signos e instrumentos, mas também internamente por significados; portanto, o pensamento nunca é igual ao significado direto das palavras, pois ocorre uma mediação interna, primeiramente com o significado e depois com as palavras. Assim o pensamento não se exprime nas palavras, mas nela se realiza.

A diferenciação entre sentido e significado é colocada por Vigotski (2008), no seguinte trecho:

" O sentido de uma palavra é a soma de todos os eventos psicológicos que a palavra desperta em nossa consciência. É um todo complexo, fluido e dinâmico, que tem várias zonas de estabilidade desigual. O significado é apenas uma das zonas do sentido, a mais estável e precisa. Uma palavra adquire o seu sentido no contexto em que surge; em contextos diferentes, altera o seu sentido. O significado permanece estável ao longo de todas as alterações do sentido. O significado dicionarizado de uma palavra nada mais é do que uma pedra no edifício do sentido, não passa de uma potencialidade que se realiza nas formas diversas na fala." (VIGOTSKI, 2008, p. 181)

O motivo e a necessidade são a origem do pensamento, só entenderemos o pensamento verbal, que é o ato de pensar em palavras, se conhecermos a motivação. Vigotski, utiliza uma analogia para concluir que, se o pensamento é uma nuvem carregada que leva a uma chuva de palavras, a motivação é o vento que movimenta essa nuvem.

Nesses dois últimos parágrafos, destacamos que ao colocar os alunos em uma situação-problema que os motive a investigar e buscar explicação ao que está acontecendo diante de seus olhos, os alunos darão origem ao pensamento, assim o desenvolvimento de novos significados para antigos e novos conceitos.

A teoria histórico-cultural de Vigotski é a fundamentação teórica necessária para explicar a relação dos alunos com o céu, já que é dessa relação que surgirão os conceitos para explicação, por exemplo, do fenômeno de formação das crateras da Lua. Os conceitos de atividade mediada e significação serão importantes para a proposta, aqui desenvolvida, de ensino de Física e pesquisa sobre a possibilidade de usar a Astronomia como motivação para o aprendizado de Física; por isso nos debruçamos neles, já que podia ter se dado destaque a diversos outros aspectos também importantes desta teoria.

6. Metodologia da pesquisa

A observação astronômica constitui para esta pesquisa o suporte para o ensino de Física, sendo o céu, nessa perspectiva, o “laboratório a céu aberto” já definido; daí devem ser levantados os problemas a serem discutidos posteriormente na sala de aula com mediação do professor, para levar à construção de conceitos físicos. A metodologia que se mostrou adequada para essa situação foi aquela que trata a pesquisa qualitativa, onde os dados à disposição têm natureza qualitativa.

Pretende-se, neste trabalho, analisar a qualidade da observação astronômica realizada por alunos do Ensino Médio, os quais cursam a disciplina de Física e tentar encontrar elementos que mostrem que essa observação realizada pelos alunos pode ser utilizada para investigar e explicar os fenômenos astronômicos. Essa explicação precisa ser orientada para introduzir os conceitos físicos apropriados. A expectativa é de que todo esse procedimento propicie aos alunos a compreensão desses conceitos, diferentemente do que pode ocorrer quando são veiculados de forma abstrata pouco significativa para o aluno.

Observações e orientações triviais, procurando sanar a curiosidade dos alunos e as dúvidas comuns, poderia não levar os alunos a pensarem e se aprofundarem nos fenômenos encontrados nessa observação, fugindo do que se procura nesse trabalho.

O trabalho com a interdisciplinaridade, para chegar ao conhecimento científico que se exige da formação escolar, deve respeitar condições especiais de tratamento da linguagem que expressa o que é observado na realidade e a que define os conceitos. Esses critérios precisam incluir clareza, rigor, precisão, objetividade, entre outros, considerados registros qualitativos. Assim, exige-se uma Observação Investigativa Criteriosa no âmbito da Astronomia e, na Física, a Construção dos Conceitos num processo de reelaboração das ideias de senso comum a partir do confronto com a realidade e as hipóteses, ambos descritos na análise de dados.

O delineamento da pesquisa inclui os sujeitos (alunos e professor), as condições da observação (céu favorável e instrumentos), a coleta dos dados (sobre a observação qualificada e a construção de um conceito físico) e a análise dos registros do trabalho (expressões dos alunos e intervenções do professor).

Uma dificuldade seria encontrar um professor disposto a elaborar em conjunto uma sequência didática que abrangesse todas as etapas da atividade de observação, pois é necessário um tempo para elaboração da atividade junto com o pesquisador, desenvolvendo a metodologia e a dinâmica dessa atividade; além disso, considerar a dificuldade de utilizar uma grande quantidade de aulas para se desenvolver essa atividade na escola.

A solução encontrada, para esta pesquisa, foi propor um minicurso, ministrado pelo professor-pesquisador, no contra turno da escola, para não alterar a rotina escolar e a dinâmica de aulas da escola.

O minicurso desenvolvido teve como tema a observação astronômica, numa intenção de colocar os alunos em contato com o céu, utilizando instrumentos como o telescópio e, a partir das observações, levantar um problema, para que eles investigassem, buscando as possíveis explicações para o problema determinado. A hipótese inicial era de que, nessas explicações, surgiria a necessidade da utilização de conceitos físicos, os quais iriam ser discutidos e, com essa discussão, ressignificados para os alunos, tornando a aprendizagem da Física mais significativa e contextualizada.

A Escola Estadual Professor Manuel Ciridião Buarque foi escolhida para receber este minicurso; ela está localizada no bairro da Lapa em São Paulo/SP, é uma escola de Ensino Médio (EM) dividida em dois turnos diurnos: matutino, segundas e terceiras séries do EM e vespertino, primeiras séries do EM. Em conversas com a direção e a coordenação pedagógica da escola ficou decidido que todas as atividades do minicurso seriam realizadas fora do horário de aula dos alunos e que somente a divulgação poderia ocorrer nesse horário. A dinâmica do minicurso também foi apresentada nestas conversas e aceita pela escola, a qual disponibilizou todos espaços necessários para realizar o minicurso, como sala de vídeo, pátio, sala de aula, estacionamento, entre outros.

O minicurso foi oferecido a todas as salas do período da manhã, doze no total, sendo seis segundas séries e seis terceiras. Foi divulgado como uma oportunidade de se observar o céu com o auxílio do telescópio e seria dividido em três dias de atividades, sendo dois logo após o término das aulas às 13h e outro no período noturno com início às 18h, para realizar a observação. Ao todo se inscreveram para o

minicurso aproximadamente 180 alunos, que foram divididos em 5 turmas de 35 participantes aproximadamente, para se tornar viável a observação do céu, já que estariam disponíveis 5 telescópios, 4 refratores (Figura 6) de baixa qualidade de imagem com aumento máximo de 100 vezes e de baixo custo, e um refletor newtoniano (Figura 7) de alta qualidade de imagem com aumento de 200 vezes e uso amador.

As turmas foram divididas em datas distribuídas ao longo do segundo semestre de 2013, começando em agosto e terminando em dezembro, o projeto se tornou longo devido às condições do céu e à participação efetiva que será explicitada mais adiante.

A participação foi diminuindo ao longo dos encontros, pois entre as datas da divulgação e do início das atividades, houve um intervalo, o que, possivelmente, pode ter prejudicado a participação de muitos alunos: alguns esqueceram das datas das atividades e outros não se programaram para estarem nas atividades nos horários e datas propostos e divulgados a eles após a inscrição, porque coincidiam com dias de outras atividades dos alunos, como cursos técnicos ou cursos de línguas.

O minicurso foi dividido em três atividades: a primeira atividade foi realizada cinco vezes, para atender a 5 grupos de alunos inscritos, mas participaram apenas 35 alunos; já na segunda atividade participaram 25 alunos divididos em dois encontros, um com 10 e outro com 15 alunos e a última atividade, por ocorrer no fim do ano letivo, contou com a presença de 10 alunos em encontro único.

A sequência didática elaborada para esse minicurso será descrita na próxima seção; o tema tratado foi a formação das crateras da Lua. Durante a explicação dessa sequência serão apresentadas a primeira impressão do pesquisador no decorrer das atividades, bem como as dificuldades de aplicação apresentadas.

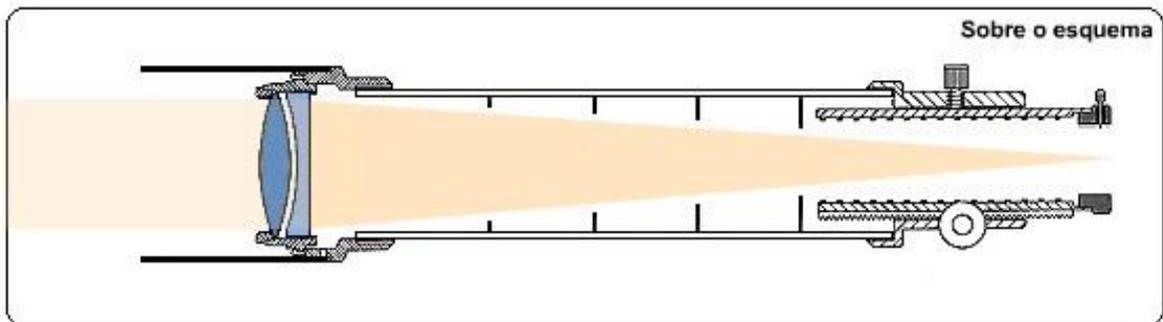


Figura 6: Telescópio refrator utilizado e o esquema óptico desse tipo de telescópio (Imagem de acervo próprio e retirada da internet).

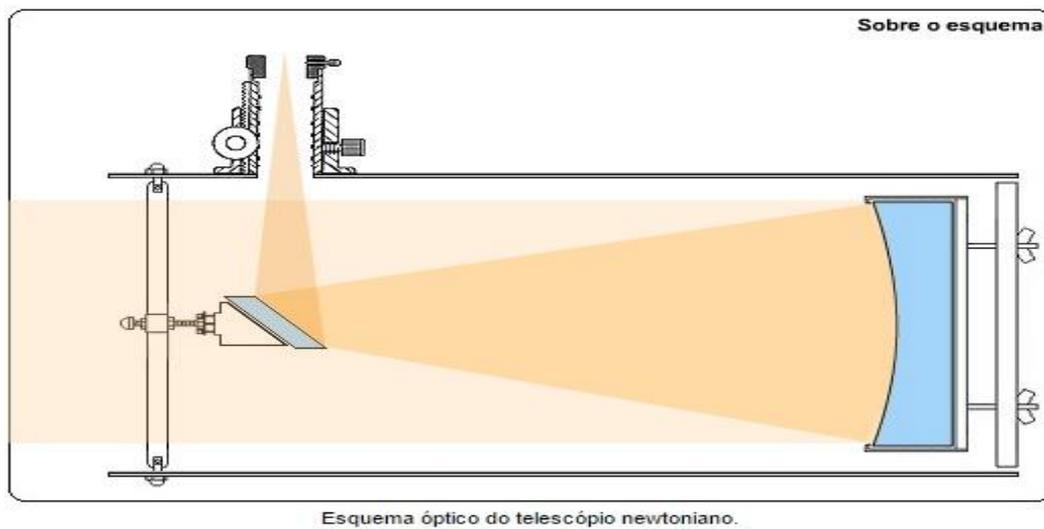


Figura 7: Telescópio refletor utilizado e o esquema óptico desse tipo de telescópio (Imagem de acervo próprio e retirada da internet).

6.1 Sequência didática – observação da Lua e o conceito de Energia

De acordo com Zabala (1998), uma sequência didática pode indicar a função que tem cada uma das atividades na construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos e, portanto, avaliar a pertinência ou não de cada uma delas, a falta de outras ou a ênfase que devemos atribuir-lhes. Com isso, a sequência didática aplicada foi dividida em três atividades: Introdução ao telescópio; observação do céu noturno e experimento de simulação da formação das crateras lunares.

A primeira atividade, de introdução ao telescópio, teve três etapas: 1) Introdução histórica, técnica e teórica sobre o telescópio; 2) Manipulação do instrumento; 3) Observação do Sol. Essa primeira atividade tinha como objetivo principal a aprendizagem da montagem do telescópio pelos alunos e de seu manuseio para focalizar objetos. Além deste objetivo de ordem técnica, esta atividade tinha o propósito de que os alunos pudessem conhecer a origem dos telescópios, bem como alguns aparelhos de pesquisa, aprender algumas características e tipos de telescópios, ter a primeira experiência de observação, olhando o Sol através deste instrumento.

Essa atividade é importante na sequência, pois o período de observação do céu é curto em determinadas noites, devido às condições do tempo ou até mesmo ao horário em que o astro a ser observado está visível. Por isso é necessário que a manipulação do telescópio pelos alunos seja dinâmica e que eles consigam focalizar os objetos com certa facilidade. Desta forma, não se perde muito tempo no período de observação com explicações sobre o instrumento e nem sobre como apontar para os objetos do céu.

A observação do Sol seria uma primeira experiência. Como a aula foi realizada durante o dia, o único astro à disposição seria o Sol, pois foi realizado próxima ao horário do almoço, com isso os alunos puderam aprender os perigos de observar o Sol a olho nu e os cuidados necessários para se observar com telescópio, utilizando filtros, reparando assim na existência de manchas solares ou de explosões na superfície do Sol.

A atividade foi programada para durar uma hora aproximadamente, sendo quinze minutos de aula com os slides, vinte e cinco minutos com a manipulação do telescópio e vinte minutos para a observação do Sol; porém, na aplicação, a atividade

levou aproximadamente duas horas, pois o tempo de manipulação do telescópio precisou ser maior para sanar todas as dúvidas dos alunos. Nessa atividade, os recursos utilizados foram o computador da sala de vídeo, o projetor multimídia e telescópios refratores e refletores.

A aula expositiva foi iniciada por uma apresentação de slides sobre a história do telescópio: como esse instrumento óptico foi inventado e por quem foi utilizado pela primeira vez para se observar o céu. Após essa introdução foram mostradas as diferenças entre telescópios refratores e refletores, chamando a atenção para as vantagens de cada modelo e qual foi adotado para a pesquisa em Astronomia. A terceira parte dessa apresentação teve como foco os telescópios de observatórios de pesquisa atuais, tamanho e localização destes observatórios, tentando mostrar as dificuldades de observação dos astros. Por fim, foram mostradas as partes que compõem os telescópios que foram utilizados pelos alunos, e ainda como se calculava o aumento que se obtém usando cada um dos conjuntos de lentes disponíveis. A escolha pela aula expositiva, nesse início da atividade, foi por esta ser a melhor estratégia para a apresentação das peças do telescópio e a sua história.

Na segunda parte, entregou-se os telescópios refratores para os alunos que, divididos em grupos, aprenderam a montar esses instrumentos. Após a montagem, foi proposto que eles tentassem focalizar um objeto distante deles, no corredor da escola ou do outro lado do pátio, tendo uma distância maior que vinte metros. Era importante que todos os alunos aprendessem a focalizar os objetos e conseguissem entender o funcionamento do telescópio.

Após guardar os telescópios nas caixas, os alunos foram levados a uma área aberta, onde era possível observar o Sol para a realização da terceira parte da aula. Um telescópio refletor foi montado pelo professor, enfatizando a importância do filtro, que fora colocado entre as lentes para diminuir a intensidade de luz fornecida pelo Sol e explicando que só dessa maneira é possível observá-lo. Os alunos organizados em fila tiveram a oportunidade de observar o Sol durante algum tempo, aproximadamente dois minutos cada aluno.

A segunda atividade foi realizada duas vezes e à noite para que fosse possível observar os objetos do céu noturno: a Lua, planetas, constelações, entre

outros objetos. Para esta proposta tivemos duas partes: uma observação livre e outra conduzida, destacando a Lua.

O objetivo principal desta aula era que os alunos tivessem o conhecimento das crateras da Lua e fizessem uma observação criteriosa e detalhada deste satélite para que, numa próxima etapa, que ocorreria na terceira atividade, conseguissem associar os fenômenos observados e suas dúvidas com o experimento a ser realizado.

Outros objetivos eram: observar os planetas através do telescópio, diferenciando-os das estrelas (na época, só Vênus estava visível no horário das observações), observar algumas estrelas, além de formas de constelações, e enfrentar as dificuldades de observação do céu noturno nas grandes metrópoles.

Acreditava-se que a maioria dos alunos não saberia distinguir os objetos do céu pelas suas características, portanto, a observação livre serviu para que eles encontrassem diferenças e padrões entre esses objetos e conseguissem identificá-los no céu em outros momentos, gerando diversas discussões sobre o que seriam aqueles objetos que eles estavam observando (SANTIAGO E PACCA, 2014). A observação da Lua é importante por ser, assim como o Sol, o maior objeto aparente do céu, devido a sua distância da Terra. Essa parte da atividade teria uma ligação com a terceira atividade que foi realizada no laboratório de Ciências, portanto os alunos tiveram que observar com detalhe as crateras da Lua e suas formas.

Na atividade de observação foram utilizados quatro telescópios refratores e um telescópio refletor, além de cadernos para registro das observações. Incluindo o tempo para a montagem dos instrumentos e a focalização de objetos, a observação levou aproximadamente duas horas.

No início, os alunos divididos em grupos de, no máximo, quatro sujeitos por telescópio, tiveram a oportunidade de observar com o tempo necessário para reparar nos detalhes dos objetos. Após a montagem dos telescópios, foi proposto a eles que tentassem focalizar os objetos visíveis no céu, priorizando todos, exceto a Lua, que foi focalizada em outro momento.

Durante a observação, os alunos registraram em cadernos entregues a eles no começo da atividade, utilizando relatos escritos e desenhos, o que estavam vendo

no telescópio, descrevendo, até mesmo, a dificuldade que encontraram ao tentar focalizar algum dos objetos astronômicos. Ao longo dessa atividade o professor acompanhou os grupos, questionando sobre o que eles estavam vendo, com o intuito de que os alunos conseguissem criar hipóteses até chegar a uma conclusão do que seria o objeto observado.

Após esse primeiro contato com a observação do céu noturno, todos foram convidados a centrar suas observações na Lua, fazendo registro de tudo o que estavam vendo através do instrumento e descrevendo ao máximo essa observação. Ao longo dessa observação foram feitas algumas perguntas para que, na busca por respostas, os alunos começassem a criar hipóteses sobre o que seriam “aquelas coisas” que eles não conseguiam ver a olho nu e, por conseguinte, fossem capazes de compreender as formas da superfície lunar. O registro do desenho das crateras e a descrição do desenho foram essenciais nesta atividade, pois permitem analisar como foi a observação desse aluno. Por fim, os alunos desmontaram e guardaram os telescópios nas caixas e entregaram o registro da observação ao professor-pesquisador, encerrando a atividade.

Além do registro dos alunos, as duas atividades de observação foram gravadas em áudio, no formato de MP3. Também houve alguns registros fotográficos, para ilustrar os momentos de observação, que serão a base para os nossos dados.

A terceira atividade foi a finalização de todo o projeto, caracterizada pela realização de um experimento sobre a formação de crateras na Lua. No início da aula, houve uma pequena discussão para recapitular a observação e sanar algumas dúvidas, depois uma contextualização do problema a ser estudado: a formação de crateras.

O objetivo era que os conceitos de Energia Mecânica e seus componentes, Energias Cinética e Potencial Gravitacional, fossem discutidos e internalizados pelos alunos, ao tentar simular a formação das crateras da Lua. Outro objetivo foi que os alunos relacionassem o modelo de impacto de objetos na superfície, com a formação e o formato das crateras da Lua.

O fato das crateras serem formadas por impactos de objetos se torna uma oportunidade para comparar a energia com que estes objetos incidem no corpo celeste

com o tamanho da cratera. Com isso os alunos podem começar a entender o conceito de energia, da área de mecânica no ensino de Física. Foi utilizada a sala de vídeo, mas poderia ter ocorrido em qualquer ambiente fechado que possuísse mesas e que permitisse o uso dos materiais utilizados.

A duração desta atividade foi de aproximadamente duas horas, gravadas em vídeo, para uma análise posterior.

No início da atividade, foi realizada uma discussão sobre o registro dos alunos, produzido na segunda atividade, principalmente a partir da observação da Lua. Esperava-se que tivessem anotações e desenhos das crateras da Lua, a partir dos quais seriam feitas perguntas com o intuito de fazê-los pensar em como se dá a formação de crateras na Lua. Essa discussão teve o propósito de chegar ao modelo de impactos de objetos. Quando os alunos chegaram a essa conclusão, foi proposta a realização de um experimento, com objetivo de simular esse impacto.

O experimento consistia em soltar esferas de aço de várias alturas, comparando o tamanho da cratera formada a partir da altura na qual a esfera foi solta, em uma análise qualitativa, pelos alunos. Na segunda parte do experimento, as esferas foram soltas de diversas alturas, medidas pelos alunos e anotadas em uma tabela, na lousa, para comparação.

Após uma sucessão de impactos e medindo as condições iniciais desses impactos foi proposto aos alunos que tentassem explicar como se formavam as crateras, e porque tinham diferença uma da outra. Neste ponto da atividade, as falas dos alunos começaram a relacionar os resultados obtidos com a altura e a velocidade; através da mediação do professor, pode-se discutir essas relações e chegar ao conceito de energia. Para finalizar a atividade, foi proposto que eles simulassem um impacto da maneira que quisessem e esse impacto fosse fotografado, para depois compará-lo com uma cratera real da Lua, criando, assim, hipóteses de como uma cratera real fora formada.

O ciclo das três atividades foi registrado pelo professor-pesquisador em anotações de campo. A atividade de observação foi gravada em áudio (BOGDAN e BIKLEN, 1994), pois havia a intenção de se analisar a conversa entre o aluno e seus pares e entre o aluno e o professor-pesquisador. Já a atividade experimental foi

gravada em vídeo pois a expressão dos alunos seria importante, visto que, possivelmente, faltariam palavras e os gestos seriam utilizados, principalmente para representar a energia, foco deste trabalho.

7. Dados

A sequência didática descrita no capítulo anterior é a fonte de dados para nossa pesquisa, onde pretendemos analisar a relação interdisciplinar entre a Astronomia e a Física, capaz de, com um olhar menos interessado nas leis físicas que são utilizadas para explicar os fenômenos astronômicos, mas mais motivado para extrair de uma observação astronômica a explicação do fenômeno e busca de conceitos físicos que possam dar conta de uma hipótese levantada, focalizando fenômenos celestes do cotidiano do aluno, podemos ensinar o conteúdo curricular da Física de modo mais motivador e mais significativo fisicamente.

Os dados foram extraídos de duas atividades da sequência didática: a observação do céu noturno e o experimento no laboratório escolar. A primeira foi gravada em áudio e a segunda foi gravada em vídeo; dessas gravações foram realizadas as transcrições do conteúdo, destacando que a transcrição do vídeo também tem aspectos de expressões não-verbais.

A atividade de observação do céu noturno foi realizada em dois dias; a primeira no dia 11 de outubro de 2013 e a segunda no dia 11 de novembro de 2013, ambos escolhidos por causa da fase da Lua, que estava crescente; com isso, as sombras aparentes numa observação destacariam as crateras da Lua, com melhor definição da imagem.

Ambas as atividades se iniciaram às 18h; por ser horário de verão em São Paulo, começou a anoitecer somente por volta das 18h30 e, com isso, além da Lua que estava aproximadamente no zênite, o primeiro astro a aparecer no céu foi o planeta Vênus, devido ao seu brilho intenso. Portanto, a observação dos alunos dirigiu-se e concentrou-se bastante naquele planeta, fazendo com que acontecessem discussões sobre o que seria esse ponto brilhante no céu, já mostrando aspectos relevantes de serem analisados, por caracterizarem um interesse genuíno da observação dos alunos.

Após a observação de Vênus ter sido contemplada pelos alunos e alguns comentários sobre o que eles estavam observando naquele momento, nos dois dias os alunos mostraram-se ansiosos para apontar o telescópio para a Lua; vale registrar que somente na observação do dia 11 de outubro os alunos tentaram focalizar outros objetos, provavelmente estrelas, já que no segundo dia, devido ao tempo, os alunos só

puderam observar a Lua e Vênus. Após meia hora de observação todos alunos focalizaram seus telescópios na Lua e permaneceram observando-a por um longo tempo; nesse período ocorreram diversas discussões entre os próprios alunos e junto com o professor.

A quantidade de dados extraídos dessas gravações foi grande, já que, somadas, totalizaram 2h20m de áudio e 55 páginas de transcrição; assim foi possível obter-se uma análise sobre diversos aspectos da observação de fenômenos astronômicos dos alunos, como a qualidade dessa observação, o papel do professor (mediador) na observação, o papel dos colegas na interpretação da observação, entre outros.

A atividade experimental no laboratório será a fonte principal de nossos dados, pois nela é que se completa a resposta para a questão do nosso trabalho, já que é a conclusão de toda a sequência, além de melhor evidenciar o caminho de partir da Astronomia e chegar até os conceitos de Física curriculares mais abstratos. A gravação desta atividade foi feita em um vídeo com duração de 1h40m e o material transcrito possui 29 páginas; foram analisados aspectos sobre a investigação de um problema contextualizado, na observação do céu e reproduzido hipoteticamente num experimento. Os limites da simulação com o experimento e as discussões em torno desses limites foram profícuos configurando-se em indícios dos conceitos de Física que se constituíram ao longo do experimento.

Nessa atividade, após uma breve discussão sobre como foi a observação do céu, os alunos foram levados a pensar em como se formaram as crateras da Lua, e se aquilo que eles tinham visto realmente eram crateras e não manchas. Após essa discussão, utilizando imagens da Lua, os alunos chegaram juntos ao modelo de crateras devido à sombra das montanhas, o que dava a noção de perspectiva, ajudando a interpretação de que eram crateras. Chegando a essa conclusão, o professor indagou sobre como teriam sido formadas essas crateras; após várias hipóteses, os alunos chegaram ao modelo de impactos de objetos na superfície lunar. Nesse momento então o professor perguntou como poderiam simular esse impacto para testar o modelo, propondo um trabalho no laboratório para realizarem um experimento, que poderia checar as hipóteses levantadas.

O experimento consistiu em largar esferas de aço de diversas alturas em um recipiente com farinha, para formar crateras; o objetivo era que os alunos encontrassem uma altura para que a cratera formada se parecesse com a da Lua. As discussões ao longo desse experimento entre os alunos e entre o professor e os alunos foram intensas com grande participação; acreditamos ser a fonte mais importante de dados registrados para esclarecer o problema de pesquisa.

8. Análise dos dados

A análise dos dados foi feita através da análise textual discursiva, que de acordo com Moraes (2007), tem como objetivo identificar e isolar enunciados dos materiais submetidos a essa análise, categorizar esses enunciados e produzir o texto, descrevendo e interpretando o discurso, utilizando como base para o texto produzido o sistema de categorias desenvolvidos na análise.

As transcrições feitas, tanto das atividades de observação, quanto da atividade experimental, formam o nosso *corpus*, a partir da fragmentação desse *corpus*, chegaremos às unidades de análise, ajudando a focalizar, segundo Moraes (2007), elementos específicos do objeto de estudo, aspectos esses que merecem destaque, na visão do pesquisador. Os processos a se realizar, de acordo com o autor são

"A desconstrução e unitarização do *corpus*, que consiste num processo de desmontagem ou desintegração dos textos, destacando seus elementos constituintes. Implica colocar o foco nos detalhes e nas partes componentes, um processo de divisão que toda análise implica. Com essa fragmentação ou desconstrução dos textos, pretende-se conseguir perceber os sentidos dos textos em diferentes limites de seus pormenores, ainda que compreendendo que um limite final e absoluto nunca é atingido. É o próprio pesquisador que decide em que medida fragmentará seus textos, podendo daí resultar unidades de análise de maior ou menor amplitude." (MORAES, 2003, p. 195)

De acordo com Minayo (2010), a análise do discurso tem o objetivo básico de realizar uma reflexão geral sobre as condições de produção e apreensão da significação de textos produzidos, tanto escritos, quanto falados, visando a compreender o modo de funcionamento, os princípios de organização e as formas de produção de seus sentidos. No trecho a seguir, explica-se como se dá a técnica dessa análise.

"[...] as técnicas de análise de discurso pretendem inferir, a partir dos efeitos de superfície (a linguagem e sua organização), uma estrutura profunda: os processos de sua produção." (PÊCHEUX, 1988 *apud* MINAYO, 2010, p. 319)

Ainda segundo Minayo (2010), na análise do discurso:

"[...]o termo texto é tomado como unidade de análise: unidade complexa de significações [...] Texto distingue-se de discurso [...] O discurso é a linguagem de interação, com efeitos de superfície e representando relações estabelecidas [...] Como objeto teórico, porém, o texto é infinitamente inacabado: a análise lhe devolve sua incompletude, acenando para um jogo de múltiplas possibilidades interpretativas, para o contexto que o gerou, para a ideologia nele impregnada e para as relações dos autores que o tornam possível."

Os dados obtidos, como descrito no capítulo anterior, tiveram duas etapas, a observação astronômica desenvolvida em dois dias e o experimento de formação das crateras da Lua, portanto esta análise será dividida em duas partes, com o propósito de focalizar quais os aspectos e características da observação do sujeito e qual a profundidade dos conceitos físicos na explicação do experimento; assim, como método de análise, seguiremos Moraes (2007), citando as unidades que chamam atenção nos pontos ressaltados, e produzindo um texto sobre o porquê desse trecho ser importante e porque ele chama a atenção, para daí então conseguir uni-los em categorias, que ajudarão a responder o problema de pesquisa.

Da transcrição completa dos dados, extraímos episódios que correspondem a um trecho do discurso dialogado que representa um contexto limitado, onde uma ideia está sendo gerada. Dentro do episódio encontramos as unidades de análise que foram categorizadas.

8.1 A observação astronômica como atividade investigativa

As duas observações que ocorreram durante a pesquisa permitiram levantar os dados que precisávamos, para caracterizar a observação feita pelos alunos; os dados referem-se às dificuldades de se observar o céu, devido à utilização do instrumento, ao clima, às condições de céu, como à qualidade da observação do aluno e à evolução desta observação do fenômeno no decorrer da atividade. Esperava-se que o aluno adquirisse um modo mais cuidadoso e preciso, aprimorando as informações obtidas. O foco seria especialmente nesse aspecto.

Durante toda a atividade de observação o professor-pesquisador fez uso de uma linguagem coloquial, na tentativa de deixar os alunos à vontade para exprimir as suas opiniões e hipóteses ao longo da atividade, incentivando-os a falar sem constrangimentos, mesmo que não tivessem certeza se estavam certos ou não, por isso fez uso de diversas frases para deixar o clima descontraído, com esse objetivo.

De acordo com Moraes, a partir:

"Da desconstrução dos textos surgem as unidades de análise, aqui também denominadas unidades de significado ou de sentido. É importante que o pesquisador proceda a suas análises de modo que saiba em cada momento quais as unidades de contexto, geralmente os documentos, que deram origem a cada unidade de análise. Para isso utilizam-se códigos que indicam a origem de cada unidade. Uma das formas de codificação corresponde a atribuir inicialmente um número ou letra a cada documento do *corpus*." (MORAES, 2003, p. 195)

Na análise dos dados o *corpus* foi separado em episódios, portanto, nossas unidades de análise, que foram codificadas com números e destacadas com sublinhado, permitindo caracterizar essas unidades, para enfim propor as categorias.

As unidades de análise, de acordo com Moraes (2003), são sempre definidas em função de um sentido pertinente aos propósitos da pesquisa. Podem ser definidas em função de critérios pragmáticos ou semânticos.

A primeira etapa a ser realizada na observação astronômica é localizar um alvo no céu e apontar e ajustar o telescópio para investigá-lo; nessa etapa os alunos

mostram uma grande dificuldade em encontrar algum alvo interessante, sem ser o trivial como a Lua, para realizar a observação.

P: Mas vocês estão vendo que tem alguma coisa que é interessante observar? Dá uma olhada!

A1: A Lua dá pra ver.

A2: Só a Lua.[...]

[...]A: Não dá pra ver nada. É...

P: Nada! Nem um pontinho?

A1: Não...

P: Vocês estão mal. Tem que continuar olhando, o olho tem que ser bom.

A2: Eu... Estou tentando achar algum ponto.

A1: Estou vendo a Lua.

A2: Nada além da Lua.

Episódio 1

De fato, essa sequência mostra que os alunos não têm o hábito de observar e fazer relatos objetivos; só conseguem perceber o objeto mais trivial e maior no céu, que é a Lua; reparar nas estrelas e planetas que estão aparecendo ao pôr do Sol, já se torna um fato incomum, talvez porque esses são muito pequenos e pouco brilhantes em relação com a Lua. Entretanto ao chamar a atenção e fazer com que os alunos percebessem que haviam outros pontos no céu, o professor procurou despertar a curiosidade dos alunos; aos poucos eles foram capazes de encontrar algo além do que eles tinham apontado e que não conseguiam enxergar, como se antes disso nem suspeitassem que poderiam ver mais coisas à medida que o céu escurecia, porque esses objetos estavam lá.

Neste trecho ocorre o que nomeamos de **Observação Primária**, um tipo de observação na qual o sujeito ainda está se adaptando ao ato de observar e por isso deixa passar diversos detalhes que serão importantes para, mais adiante, ele atingir uma observação mais apurada. A Observação Primária ocorre em diversos episódios,

por exemplo, quando o sujeito não tem a perspectiva do que irá observar e fica descrevendo o que está vendo de imediato, ou fala que não está vendo nada, pois na verdade não sabe o que ver, nesse momento uma primeira observação.

Ao encontrarem o primeiro objeto no céu, sem ser a Lua – o que foi acontecendo com alguns alunos – o professor indagou o que seria esse objeto; isso imediatamente trouxe interesse e desencadeou hipóteses sugeridas pelos alunos.

P: Descubram ao observar, esse é o objetivo da aula.

A5: É um planeta professor.

P: Você acha que é um planeta?

A5: Tenho certeza.[...]

A13: Gente eu sou míope, não estou vendo nada.

A8: Eu acho que é uma estrela.[...]

P: Por isso que a gente está colocando assim, primeira coisa.

A: É um OVNI.

P: Pode ser um OVNI, pode ser um satélite de telecomunicação.
(Exemplo do que seria um OVNI, contextualizando a fala do aluno)

A: Um meteoro.

Episódio 2

A2: É Vênus?

P: Então, como você sabe que é Vênus?

A2: Sempre falam que é a primeira estrela que aparece.

Episódio 3

Nos episódios 2 e 3, as concepções prévias dos alunos são trazidas de sua vivência e influenciam na sua observação e na escolha de sua hipótese; eles já levantaram essas hipóteses antes de olhar o "pontinho" através do telescópio; a maioria achava que se tratava de um planeta, não sabiam explicar o porquê, só o aluno do episódio 3 deu uma justificativa para a sua hipótese – uma justificativa sugerida pelo seu cotidiano. As hipóteses levantadas vão sendo confirmadas, ou não, de acordo com

o grau de qualidade de observação que fizeram, obtendo informações/dados suficientes para defender a hipótese levantada, como é mostrado nos episódios seguintes.

Ao começarem a investigação do que seria aquilo que estavam vendo, a descrição do objeto tornou-se importante e mais cuidadosa quanto à precisão da linguagem e à objetividade da informação; para a confirmação da hipótese apresentada, descreviam o que haviam visto, para o professor e também para seus colegas.

A: Ah... parece a Lua.

P: Parece o quê?

A1: Parece a Lua, porque é branco.

P: Só branca?

A1: Parecido, parente dela. Ela é amarela...

Episódio 4



Figura 8: Imagem de Vênus em fase crescente, como no dia da observação pelos alunos. (fonte: HEADS UP!³)

³ Disponível em: <<https://bkellysky.wordpress.com/tag/canon-rebel/>>. Acesso em: 04 jun 2015

Após uma conclusão parcial, os comentários e tentativas de identificação expressas pelos alunos continuam, parecendo falarem sozinhos, mas, de fato, sendo ouvidos por todos.

A1: Mas não é uma estrela isso daí.

P: Por que você acha que não é uma estrela?

A1: Ah! Sei lá, né? Não dá pra ser uma estrela.

P: Se você ficou na dúvida vem dar mais uma olhada aqui.

A1: Ela se movimenta muito rápido, professor?

P: É, então quer ver? Fica olhando aí.

A2: A minha sumiu daqui.

P: Não está aí?

A1: Não!

P: Então fica olhando. Observação pessoal é isso. Tem que ficar bastante tempo.

A1: Que da hora! Fica aparecendo. É isso, é um planeta.

P: Por quê?

A1: Por causa que tem tipo um “bagulhinho” em volta. Um... Não tem um formato de estrela. Não sei explicar dire ito.

A3: Mas estrela tem formato do quê?

Episódio 5

No episódio 5, faltam palavras aos alunos para descreverem o que estão observando, talvez porque é o momento em que ocorre um primeiro contato com o planeta Vênus utilizando um telescópio; A necessidade de descrever o que estão vendo para o professor e para seus colegas faz parte do processo de investigação e da construção de um conceito passando pela sua significação (VIGOTSKI,2008), ao longo dessa descrição reformulada e procurando ser justificada, o aluno vai elaborando outras hipóteses, influenciado pelos colegas e pelas perguntas do professor. Esta comunicação já havia sendo notada por Klein (2010), com grande intensidade no momento da observação. Percebe-se, assim, a relação com o outro perpassando toda

a situação de observação e estabelecendo o contexto geral em que ela ocorre; há um efeito de coletividade e de identidade grupal (KLEIN, 2010).

O aluno A1 do episódio 5, pratica o que entendemos e definimos aqui por uma Observação Criteriosa, neste tipo de observação o sujeito já está reparando nos detalhes do objeto observado e fazendo relações do seu conhecimento prévio com os dados obtidos dessa observação; assim, a descrição do fenômeno, mesmo com uma falta de palavras, aproxima-se da expectativa do professor ao observar o mesmo objeto, conseguindo aprimorar a observação do fenômeno.

Outro aspecto a ser destacado neste mesmo episódio é a fala do professor que foi sublinhada. A orientação dada pelo professor propõe que o aluno volte e fique um tempo a mais, dedicando-se a uma observação do objeto com detalhes; logo em seguida, esse aluno consegue chegar ao que consideramos uma observação criteriosa. O papel do professor como mediador ajudou o aluno a estabelecer as relações que lhe faltavam para aprimorar a sua observação; essa mediação, segundo Vigotski (2007), faz com que o sujeito estabeleça outras relações e, com isso, o significado daquele objeto seja modificado.

A seguir o professor solicita um registro escrito das observações dos alunos:

A6: É para desenhar o que eu vi?
P: É. Tenta desenhar o que você viu.
A6: Uma bolinha...
A8: Deixa eu ver.
P: Então você não viu direito.
A6: Uma bolinha.
[...]
A1: É uma coisa assim (gestos com a mão).
A6: Vermelho, um negócio bem vermelho.
[...]
A12: Um ponto luminoso.
P: Daqui a gente está vendo um pontinho, mas quando vocês olham no telescópio é um pontinho?
A12: Não.
A8: Não é redondo, essa coisa aqui.
P: Não é redondo. Aí, começamos a tirar conclusões aqui.
A4: Ah, não é redondo mesmo.

Com este episódio, fecha-se mais uma conclusão parcial e segue-se para o episódio 7.

P: Não é redondo, beleza. Se não é redondo, o que vocês conhecem que não é redondo e está no céu?

A8: É um negócio assim (gestos com a mão).

A5: Cometa.

A8: Lua.

P: Cometa? Cometas não são redondos?

A6: É... como é o nome do satélite?

P: Não.

A6: Mas não é redondo.

P: Está certo, mas não é satélite.

A13: É Júpiter.

P: Júpiter?

A14: Júpiter não é redondo, não?

P: Olha, vamos lá, o que vocês estão vendo? Qual o formato?

Alguns alunos: Parece uma lua.

P: Parece uma Lua. Todo mundo concorda que vocês estão vendo uma meia lua?

Alunos: Aham. /A3: É uma meia lua, cara.

Episodio 7

Nos episódios 6 e 7, a discussão com os colegas, aliada à orientação do professor, fizeram com que os alunos chegassem a uma conclusão única a respeito do aspecto daquilo que eles estavam observando. A observação foi sendo progressivamente qualificada, ao se sustentar tanto na hipótese dos colegas, como na reflexão instigada pelas perguntas do professor.

Os alunos A8 e A4 destacados no episódio 6 já manifestam uma Observação Criteriosa, já que percebem que o formato do planeta Vênus naquela data não era redondo, porém há alunos que mesmo depois de um bom tempo de observação, encontram-se ainda no estágio anterior de Observação Primária, é o caso do aluno A12, que só muda a sua opinião ou sua descrição após a orientação do professor. Este aluno, após a fala do professor, parece realizar uma operação interna (VIGOTSKI, 2007) de comparações de suas observações com o que foi considerado

pelos colegas e destacado pelo professor, mudando a sua concepção do objeto, no caso, o planeta Vênus.

No episódio 8, a seguir, desenvolve-se uma discussão sobre o que seria o "pontinho" brilhante no céu. Um aluno, além de descrever o que ele observava, fez uma relação entre dois objetos, o Sol e Vênus, baseando-se na sua percepção, entretanto não podia compreender ou atribuir sentido ao que ele pensava, já que o Sol não estava mais no céu.

P: Cuidado pra não bater no telescópio. Estão vendo? [...] Essa é uma das coisas que eu tinha programado para ver hoje, tá? Vênus. Vênus é legal de ver, porque de longe parece um pontinho, mas quando você vê, é uma meia lua.

A6: É.

A15: É eu vi um pontinho na hora que eu vi.

P: Então olha de novo agora.

A15: Não vi como uma meia lua. Não fica uma meia lua. [...]

A15: Na minha cabeça, parece que o Sol está batendo nele.

Episódio 8

O aluno A15 do episódio 8, parece extrapolar a observação do objeto, criando uma hipótese bastante pertinente sobre o porquê daquela cor, e como a luz estaria chegando em seu olho. Essas dúvidas não são verbalizadas explicitamente, mas pelo contexto de sua fala é possível inferir essa interpretação. A Observação Extrapolada foi realizada pelo sujeito descrito acima, sua observação fez relações com objetos fora do contexto de observação, gerando outros motivos e necessidades de explicação para este sujeito. Esse tipo de observação precisa ser mais detalhada para conseguir estabelecer relações que vão além do observado, o que a diferencia da Observação Criteriosa.

Retornando ao episódio 7, o aluno A3 em destaque, realizou o que consideramos a Observação Induzida, pois só conseguiu chegar à conclusão do que ele teria de ver para conseguir chegar nas relações feitas pelos outros sujeitos, a partir do ponto que esses explicitaram a sua observação; antes disso, ele não conseguia

descrever o que estava vendo, portando o instrumento mediador (VIGOTSKI, 2007) de seu pensamento foi a fala dos outros sujeitos na atividade. Neste tipo de observação, o sujeito só chega a sua conclusão com base na conclusão dos outros sujeitos.

A focalização de Vênus levou os alunos a se concentrarem nas observações e procurarem descrever os observáveis necessários para caracterizar o objeto e identificá-los.

Voltando a Vigotski (2009), trata-se de um processo para a significação de um conceito relativo a um objeto, que pode se estabelecer, neste experimento (observação), pela interação com os pares e com o mediador. A observação sistemática e atenta passou por um processo até se constituir em um instrumento adequado para obter/construir os dados necessários e adequados para caracterizar um objeto físico.

A seguir, o segundo objeto observado foi a Lua. Com essa observação era esperado que os alunos percebessem o aspecto da Lua e reparassem nos detalhes do nosso satélite quanto à estrutura de crateras, para que, na aula experimental, pudessem investigar um possível modelo para a formação das crateras da Lua. O início dessa investigação estaria nas primeiras informações da percepção que os alunos teriam da observação da Lua, e no poder de descrição dos detalhes, já que ao se conscientizarem que a Lua possui crateras, uma possível dúvida que surgiria seria explicar como foram formadas essas crateras; se essa dúvida não fosse gerada espontaneamente, o professor teria o papel de instigar os alunos a resolverem esse problema na atividade de experimentação.

O trabalho desenvolvido até aqui para que os alunos construíssem a ideia de observação como um instrumento para obter informações, e evoluir para explicações de caráter científico, com alguns requisitos essenciais com o rigor possível, a precisão adequada para inferir modelos, a objetividade para compartilhar com os pares, e da reprodutibilidade em condições semelhantes.

Com esse desenvolvimento de uma habilidade experimental os alunos foram convidados a observar a Lua, para fazer as observações necessárias, relatar as informações com aqueles critérios considerados.

Percebeu-se que os alunos já conseguem fazer observações mais detalhadas e valorizar alguns aspectos que parecem significativos para propor uma explicação do objeto Lua com suas características particulares.

Nas duas observações, a Lua estava em fase crescente, as datas foram escolhidas para coincidir com esta fase, pois devido à sombra projetada pela luz do Sol, as crateras ficam mais destacadas e acentuadas para a observação. Porém a observação começou às 18h, a Lua estava muito alta, perto do zênite, o que trouxe a primeira dificuldade enfrentada na observação dos alunos.

A7: Ela está muito alta.

P: Pega uma caixa e apoia. Quem já conseguiu focalizar?

A1: Estou vendo um negócio preto aqui.

A6: Parece que é "um bagulho", tipo cheio de risco.

P: Deixa eu ver.

A6: Tem que levantar um pouco assim.

Episódio 9

Ao notar a dificuldade de se focalizar objetos perto do zênite com o telescópio, os alunos tomam outras medidas para conseguir seu objetivo, colocando uma caixa para apoiar o telescópio, levantá-lo com a mão e mantê-lo na posição para conseguir observar a Lua, numa condição mais favorável à observação; isso foi sugerido pelo professor para alguns alunos e também surgiu entre os próprios alunos, procurando resolver o problema momentâneo, da dificuldade com a atividade.

Durante a observação, os alunos fizeram diversas descrições do que seria uma primeira impressão, isso caracteriza a expectativa do aluno ao olhar algo novo; ele não sabe o que esperar, por esta razão, precisa dialogar continuamente com os pares ou com o professor para obter a confirmação e qualificar/avaliar a sua observação, voltando à Observação Primária já descrita, como está demonstrado nos episódios 10 e 11, a seguir:

A6: Parece que é "um bagulho", tipo cheio de risco.

Episódio 10

A10: Eu estou vendo, mas dá pra tipo ver a luz dela.

Episódio 11

Nos episódios 10 e 11 ocorre uma descrição anterior ao reconhecimento do objeto observado; os alunos têm ideia do que vão ver, já que eles têm o conhecimento do que encontrar para a Lua, pois já viram através de fotos, filmes, entre outros recursos que possibilitam ver a Lua em detalhes; então com a observação interessada e cuidadosa percebem que há algo de diferente no que estão vendo, que tem algum problema na sua observação. O aluno do episódio 11 não está vendo nada, pois pela sua descrição, a luz que ele vê é a áurea da Lua devido ao reflexo da luz solar; no entanto, a Lua ainda não está no foco, o que caracteriza uma Observação Primária.

P: Vê se está aí ainda.

A4: Ainda não, só um pedacinho.

P: Deixa eu ver como está.

A4: Está branco, tipo... [...]

A4: Nossa, que louco! Tem umas manchas cinzas.

P: É uma mancha que a gente vê daqui. Mas quando olha aí o que é?

A4: As crateras.

Episódio 12

A12: Professor, tem uma parte mais branca, e outra mais escura.

P: É isso mesmo, tem a parte branca e a parte escura. Tenta reparar bem nessa aí que você está vendo. O que você está vendo?

A12: Cratera.

P: Como você sabe?

A12: Ah, tipo um burquinho, meio pelo formato, né!

P: Parece que está fundo, e como que dá pra ver? Tenta olhar aí e ver, como você sabe que está fundo?

Episódio 13

Nos episódios 12 e 13, apesar de relatar a sua percepção para confirmar com os colegas e com o professor aquilo que estão observando, eles já têm uma observação mais detalhada, pois percebem a existência de crateras, mesmo que não as nomeiem dessa maneira, e, com a ajuda do professor, conseguem explicar e descrever a sua visão do fenômeno: neste caso podemos classificar a observação de Observação Criteriosa.

Ao longo da atividade de observação astronômica pode se perceber um fascínio, um deslumbramento dos alunos ao ver a Lua, através do telescópio. Essa reação pode ser atribuída a diversos fatores; por exemplo, ao confirmar a figura da Lua que o aluno já tinha visto em fotos ou se espantar com o poder do instrumento nas suas mãos, no caso o telescópio, ou ainda com o que ele viu superar as suas expectativas ao realizar a atividade.

A8: Nossa, olha, que da hora.

Episódio 14

A5: Dá pra ver bonitinho nesse aqui, olha, na moral... Põe a mão aqui.

P: Põe o nome na contra capa. Vocês estão conseguindo ver?

A9: Caramba! Nossa!

Episódio 15

A5: Meu, dá pra ver as crateras, que da hora!

A16: Conseguiu ver?

A5: Aham, mas dá pra ver por aqui também.

A16: Por aqui não dá.

A5: Lógico que dá.

Episódio 16

A Observação de Confirmação ocorre nos episódios 14, 15 e 16. As expressões de fascínio são, na verdade, a confirmação do que os sujeitos gostariam de ver ao olhar pelo telescópio, eles já tinham a imagem formada do objeto na sua mente

e esse objeto se modifica quando o sujeito faz o uso de um novo instrumento mediador (VIGOTSKI, 2007), por isso, o fascínio neste tipo de observação da Lua, através da imagem por telescópio, altera a relação que o aluno tinha com o objeto, modificando-o internamente.

A maioria dos alunos, chamam crateras de buracos. Parece que a relação de tamanho que os alunos sugerem a partir da observação é desproporcional, já que buracos no senso comum seriam pequenos e as crateras são de fato enormes; ao ver as crateras, no telescópio, elas têm o aspecto pequeno e então as chamam de buracos. Com isso, pode se inferir também que esses alunos não têm a noção de tamanhos de astros e objetos do céu.

A6: Esse aqui chega mais perto pra ver os buracos?

P: É, agora eu aumentei, é o dobro do que você via.

A6: Nossa, é da hora.

Episódio 17

A4: Você viu os buracos?

A5: É, então, tipo tinha o Sol assim, sei lá (faz gestos tentando posicionar o Sol).

Episódio 18

Depois de uma observação mais demorada, os alunos começam a ter percepções do que eles estão observando na Lua, descrevendo com mais detalhes e ao mesmo tempo fazendo hipóteses de como poderia ter ocorrido esse fenômeno que originou as crateras. No episódio 19, um aluno consegue perceber a profundidade das crateras e atribuir essa percepção à sombra observada, descrevendo a situação, ao relacionar a parte escura com um pico de uma montanha e a clara com um vale, a qualidade da observação no caso do aluno A8 foi superior à dos demais alunos.

A8: Essas manchas são o quê?

P: O que você acha que é? O que parece ser?

A8: Parece um negócio, assim... (gestos com a mão, formando uma concavidade).

P: Um buraco né?

A8: É.

P: Então você acha que é um buraco?

A8: As manchas sim, mas as outras partes parecem que são...

P: As outras partes parecem que são o quê?

A8: Tipo mais alta.

P: É isso mesmo [...]

A8: Na Lua as partes mais escuras são altas e as mais brancas são baixas, tem as crateras e as manchas.

Episódio 19

A Observação Qualificada é realizada pelo sujeito A8 do episódio 19; na sua descrição do observado há uma riqueza de detalhes do objeto, todos os aspectos que se esperava dessa atividade apareceram. Essa observação ocorre quando a relação do sujeito com o objeto é mediada através de diversos signos e instrumentos mediadores (VIGOTSKI, 2007). A experiência desse sujeito com o fenômeno, faz com que ele tenha interesse em mais aspectos do que os outros, que sanaram a sua curiosidade só ao ver o objeto. O sujeito A8 vai mais além, tentando entender quais são as características do objeto e estipula novas relações.

A Observação Qualificada deveria ser o que se busca em todos os sujeitos das atividades, porém, para isso o acúmulo de experiência parece ser um fator fundamental; para que os sujeitos consigam atingir esse nível de observação é necessário que eles passem pela experiência da observação por diversas vezes e tenham contato com o tema através de diversos meios, como fotos, documentários, sites de internet, para que esse tema se apresente de diferentes modos e com isso diversas relações sejam formadas.

No episódio 20 a seguir, um aluno desperta sua curiosidade sobre a formação dessas crateras e abre uma discussão com o professor e um colega; ele quer saber o que produz essas crateras e coloca a sua hipótese para discussão; o professor sempre questionando, faz com que ele pense na própria hipótese e analise a possibilidade dessa ocorrência; a intervenção do professor já eliminou a possibilidade da "pressão". Um colega entra na discussão com uma informação externa, mas ainda não resolve o problema do aluno, pois ele tem dúvidas sobre essa explicação (um modelo). Esse aluno queria encontrar a resposta para esse problema já nesta atividade, outros também ficaram curiosos sobre o assunto, mas o professor propôs que se discutisse a questão na próxima atividade, com um experimento controlado no laboratório da escola.

A4: Professor, as crateras da Lua, podem ser feitas por pressão?

P: Então o que a gente vai fazer no laboratório, é tentar simular as crateras, vamos ver como é o melhor jeito de fazer.

A4: Elas conseguem ser feitas por pressão?

A5: Saiu do foco, vou colocar de volta aqui.

P: Então, pressão do quê?

A4: Ah... sei lá...

P: Não tem sentido, porque... sabe que não tem nada lá, entendeu? A gente vai ver o que levou a fazer as crateras.

A4: É não tem sentido, não tem nada lá. Acho que são... Podia dizer que são rochas, mortas, sei lá, mortas, porque não são vivas, né?

P: Desde quando rocha está viva ou morta?

A4: Não é que eu estou tentando... o que ocorre com essas crateras?

P: Está abaixando atrás do prédio.

A14: É o choque de meteoros com a Lua.

A4: Sempre, vai cair tantos assim?

P: O choque com quê?

A14: Sim.

A4: Toda cratera foi um meteoro que bateu?

8.2 Atividade experimental: O desenvolvimento do conceito físico de Energia

A atividade experimental programada teve a intenção de dar continuidade ao processo de aprendizagem, procurando gerar oportunidades para o sujeito interagir com elementos concretos de um experimento. Esse trabalho pretendia levar os alunos a testarem suas hipóteses e, na mediação com o grupo e os materiais apresentados, organizarem as operações e os registros de medidas para a verificação objetiva. Com isso, a construção do significado para o conceito de energia mecânica poderia levar à formalização da energia potencial.

8.2.1 O conceito crateras da Lua – Fossilização

A atividade experimental foi iniciada com uma discussão do que foi encontrado na observação, portanto houve uma discussão sobre o planeta Vênus; isto é, porque ele possui fases do mesmo modo que a Lua, além de discussões do motivo para o seu brilho ser tão intenso. Após essa discussão, foi mostrada uma foto ampliada da Lua, destacando as suas diversas crateras, seguida de uma discussão orientada pelo professor, para retornar com os alunos o problema da formação das crateras. Essa foi uma questão resultante da observação realizada anteriormente e seria o objetivo da atividade no laboratório escolar: testar o modelo sugerido e fazer estimativa de energia trazida pelo objeto que colide com a Lua, deixando como marca uma cratera.

A ideia de que a Lua possui crateras constitui um conceito "fossilizado", de acordo com Vigotski (2007), pois, ainda que não tenham visto a Lua por fotos aproximadas ou mesmo por telescópios, em geral, as pessoas sabem deste fato porque ouvem isso desde crianças; assim, para as crianças e os adolescentes isso é uma verdade – que a Lua possui crateras e que essas são formadas por impacto de meteoritos. Porém as crianças nunca foram convidadas a pensar em como realmente isso ocorre e quais são as evidências que mostram que este fato pode ser realmente verdade; portanto, uma das funções da atividade experimental, é também instigar o aluno para que reflita sobre suas próprias hipóteses a respeito da formação das crateras lunares.

Ao analisar a foto e comparar com o que eles tinham visto através do telescópio, o professor perguntou o que seriam aquelas "manchas" na Lua, ainda que a grande maioria, se não todos, já as haviam identificado ou caracterizado como crateras.

P: Dá pra ver uma parte mais branca e outra parte mais cinza. Eu acho, pelo menos pra mim parece ser cinza. Dá para perceber que a cor dela destoa, mas vocês não conseguem ver que ela tem esses "negócios" aqui. O que vocês acham que são esses "negócios"? (apontando para a foto projetada na lousa).

A4: Crateras.

P: É obvio que são crateras? Como você sabe que isso é uma cratera? E não uma mancha também?

A4: Por causa da pressão (sinalizando com a mão para baixo).

P: Dá pra ver que está afundado?

A1: Não sei dá a impressão, então você imagina.

A2: Dá sim.

Episódio 21

No episódio 21, o professor vai fazendo perguntas com objetivo de problematizar a atividade, envolvendo os alunos num fenômeno novo que seria investigado, assim que eles percebessem que a sua explicação precisava ser confirmada de alguma maneira, não podendo ficar só no campo das ideias. Os alunos, nesse episódio, já começam a formular hipóteses. O aluno A4 que propõe a hipótese que as crateras são formadas por pressão é o mesmo que terminou a atividade de observação indagando sobre a formação das crateras (episódio 20 já descrito anteriormente).

Ao continuar com o questionamento, o professor procurou estimular a defesa do modelo proposto por eles, a partir do que eles observaram e podiam ver na foto da Figura 9: crateras e não manchas. Assim a investigação começou a ocorrer, com a tentativa de defenderem seu modelo. A foto da Lua em fase crescente é bastante comum de ser divulgada na mídia em geral e também em livros didáticos.



Figura 9: Imagem da Lua em fase Crescente, como no dia da observação pelos alunos.
(Fonte: Blog astrônomo.org⁴)

⁴ Disponível em: <<http://www.astronomo.org/foro/index.php?topic=12252.0>>. Acesso em: 04 jun 2015.

P: Então, mas por que isso daqui está afundado, e isso daqui não? O que difere? (O professor apontando para algum ponto da figura).

A4: Como eu posso explicar? (Gesticulando com a mão, algo como uma esfera).

P: Por que não tem uma mancha assim como se fosse uma pinta? Porque uma pinta não é uma cratera, ela é um... Entendeu o que eu estou querendo dizer? Como vocês acham que isso aqui, olha, dá pra ver que é um buraco?

A2: Por causa da luz.

Episódio 22

Um aluno compreende que a impressão de profundidade é devido à incidência de luz e à formação de sombra que ocorre na superfície da Lua; ele percebe que as crateras têm uma parte com sombra e uma parte iluminada pela luz, defendendo que as "manchas" são crateras. Este aluno apresentou uma Observação Qualificada desta imagem, justamente porque somou diversas relações já obtidas em outras observações, o que lhe permitia pensar em um modelo. Após essa conclusão, começam a se constituir algumas hipóteses do que teriam formados essas crateras.

P: Concordam com o H. (A2)? Porque a luz está batendo aqui e ela tem uma sombra, o que dá a perspectiva de fundo, dá pra ver? Tá vendo olha. Aqui está iluminado, aqui escuro. Sempre assim. Olha, aqui está iluminado, aqui escuro. Então é por causa da sombra que dá essa impressão de profundidade. Como vocês acham que formou um negócio desses? Chuta pessoal.

A2: Por causa dos meteoros.

A4: Meteoros.

P: Meteoro? Vocês acham que a Lua já não nasceu assim?

A4: Não!

P: Ela era lisa totalmente? (Risadas) É sério!

A2: Lisa, lisa totalmente, não. Mas acredito que uma bola que gira.

Episódio 23

A partir desse ponto, houve diversas discussões sobre o porquê dos meteoros caírem mais na Lua e não na Terra; qual seria a razão para não existirem

crateras na Terra na mesma proporção que existem na Lua. Este questionamento se deu, depois de mostrar aos alunos que a Terra também possui crateras, mas não são tão evidentes e muitas delas estão no fundo do oceano. O professor não corrigiu os alunos sobre o uso da palavra "meteoro" por não atentar, no momento da atividade, que este era um fenômeno atmosférico, e assim não poderia ocorrer na Lua. Na verdade, os alunos deveriam ter usado a palavra meteorito, mas, na atividade, o foco era destacar a hipótese de impacto de objetos. Assim, o professor propõe, logo em seguida, que testem o modelo proposto por eles para explicar o fenômeno: mostrar que é possível que meteoritos que atingiriam a Lua, produzissem tais crateras.

No episódio 24, um aluno propõe algo semelhante ao planejado pelo professor, no experimento descrito no capítulo 5: soltar um objeto com massa grande num lugar em que o solo seja moldável, propondo uma simulação de um impacto de meteoro na superfície lunar. Quando um aluno está envolvido com o problema e motivado a resolvê-lo surgem ideias criativas para solucioná-lo e o papel do professor, como mediador dessa solução, é, aos poucos, limitar o problema para alcançar o seu objetivo de aprendizagem.

P: É, porque é assim. Física é assim, vocês criaram o modelo na cabeça de vocês, falaram." Eu acho que é meteoro que cai. E se cai forma uma coisa desse tipo." Como a gente pode simular uma coisa dessa aqui na Terra... Igual a que tem na Lua?

A2: Um tanque de areia e uma bola de ferro.

P: O quê?

A2: Um tanque de areia e uma bola de ferro.

A4: Isso que eu ia falar, com areia.

P: Beleza, um tanque de areia e uma bola de ferro.

A2: Agora a gente precisa de um lugar [...]

P: Uma bola de ferro, o que você ia fazer com a bola de ferro?

A2: Ia soltar a bola e deixar bater na areia (fazendo o movimento da bola com a mão).

Episódio 24

8.2.2 Atividade experimental – As medidas necessárias

Durante a atividade, houve indícios de que os alunos utilizam conceitos relacionados com Energia Mecânica na Física para solucionarem o problema de formação de crateras durante a simulação deste fenômeno. Três grupos montaram a situação proposta.

Ao começar a atividade e montar o aparato experimental trazido pelo professor para realizarem a atividade, foi disponibilizado para cada grupo de alunos uma bandeja grande (20 cm x 30 cm), duas esferas que são utilizadas em mouses antigos (de material pesado e cerca de 2,5 cm de diâmetro), um quilograma de farinha de trigo e uma porção de café, além de uma régua. O experimento consistia em soltar as esferas de uma altura e observar o que ocorreria. Esse modelo foi sugerido pelos alunos na discussão realizada com o professor, onde foram levados a propor esse modelo e testá-lo.

Os alunos começaram a tentar fazer uma cratera, o mais próximo possível de uma cratera como observada na Lua. As primeiras tentativas foram ao acaso, escolhendo certa altura e jogando a bolinha na farinha com cobertura de pó de café. As fotos das Figuras 10, 11 e 12 retratam os resultados encontrados.



Figura 10: Imagem de uma cratera construída pelos alunos do grupo 1.



Figura 11: Imagem de uma cratera construída pelos alunos do grupo 2.



Figura 12: Imagem de crateras simuladas pelos alunos em uma superfície maior.

Após essa primeira operação, começaram a surgir hipóteses de como melhorar a simulação.

A4: Agora o J. sobe aí na cadeira, coloca a bandeja no chão e a gente solta do ponto mais alto possível.

A5: Dentro da bacia.

P: Não... Aliás manda a ver.

A5: Não erra, dentro da bacia.

A8: Vai pegar será?

A1: Está bom professor?

A4: É, mais ou menos.

A5: Ela pingou, não era pra ter pingado.

P: É então...

A8: Está muito alto também.

Episódio 25

Logo com as primeiras tentativas, os alunos começaram a relacionar a forma e o tamanho com o efeito causado com base na altura da esfera: se eles soltavam o objeto de uma grande altura, este não ficava na bandeja, portanto era necessário soltar mais baixo; ou então, ao largar de muito alto o café espalhava muito em cima da farinha desfigurando a cratera, não tendo como reconhecê-la. Todos os grupos começaram a testar qual seria a melhor altura para chegar a uma cratera mais fidedigna, parecida com as que eles observaram.

Depois dessas várias tentativas, a atenção voltou-se para o experimento da figura 7 que parecia mais próximo do que era observado com a visão da Lua com o telescópio. Pareceu ao professor que os alunos perceberam que a qualidade da manipulação experimental levava ao melhor resultado. Assim a figura 7 pôde ser o modelo que representava melhor a formação de uma cratera da Lua.

A relação que os alunos estabelecem com as grandezas da energia mecânica é uma inicialmente incompleta, ou seja, o aluno começa a relacionar o fenômeno observado com as grandezas envolvidas – relação fenômeno-grandeza – e os significados dos conceitos ligados ao fenômeno vão mudando na medida em que eles experimentam uma nova situação e estabelecem uma nova relação entre o

fenômeno e outras grandezas físicas envolvidas. Nos primeiros casos, a relação se faz com a altura da bolinha – uma relação de primeiro grau.

Podendo repetir o experimento quantas vezes fossem necessárias, os alunos testaram diversas condições/hipóteses até chegarem ao resultado esperado. Não estavam disponíveis esferas de diversas massas para o experimento; se houvessem esferas de diferentes massas, possivelmente conseguiriam relacionar o tamanho da cratera também com a massa, além da altura. Essa relação teve que se estabelecer em um experimento mental realizado pelo professor no episódio 29, mais adiante, depois de elaborar as ideias de dependência de um fenômeno com uma variável física observável e mensurável para acrescentar novas variáveis também significativas e descrever o processo mais completamente.

A2: Tem que ser bem mais baixo, olha!

P: Melhorou um pouco, o que vocês acham? A hora que vocês acharem que está igual, aí vocês medem e a gente vai fazer a relação. Joga café de novo, tem café aqui do lado.

A6: Joga um pouco mais alto.

A2: Mais eu joguei da outra vez e pingou. Mas eu acho que essa ficou perfeita.

Episódio 26

No episódio 26, o aluno defende o porquê de estar jogando a bolinha um pouco mais baixo e explica para seus colegas, convencendo-os da sua hipótese, pois já tinha testado a hipótese sugerida por outro colega.

A4: Não, não. Dessa altura assim vai pingar. Vai pingar, eu estou falando, vai pingar.

P: Tem uma montainha aí no meio, eu acho.

A4: Está vendo, sempre vai pingar dessa altura.

P: Faz outra pessoal, até ficar boa, vai fazendo. Tem que entrar em comum acordo todo mundo.

A8: Ela pinga e destrói tudo o que está do lado.

P: Então, o que vocês estão fazendo?

A5: É muito alto.

P: Então se está pingando, tem que jogar mais baixo.

A7: É muito raso (referindo-se à bandeja).

A6: É, tinha que ter mais (fazendo um gesto de montanha, referindo-se à farinha).

Episódio 27

A conclusão do aluno A4 no episódio 27, mostra que ele, ao dizer "está vendo, sempre vai pingar dessa altura", parece perceber que a energia está se conservando, portanto sempre que jogarem daquela altura a bolinha baterá no fundo da bandeja e irá pingar, este efeito para o aluno ainda não tem significado, mas a ideia de conservação parece já estar sendo adquirida por ele, mesmo sem conhecer todas as relações que envolvem o conceito de conservação de energia.

Os alunos A7 e A6 procuram solucionar o obstáculo que está fazendo a bolinha pingar: em vez de diminuir a altura, propõem que o material que preenche a bandeja esteja mais fundo, portanto capaz de absorver toda a energia com que a bolinha chega sem atingir o fundo. Esses alunos estão possivelmente desenvolvendo o conceito de conservação e dissipação de energia; o conceito está tomando forma e tornando-se mais complexo.

Assim, consideramos que os três alunos A4, A6 e A7, atingiram um novo tipo de relação – relação de segundo grau. Essa relação se dá entre as grandezas e o próprio conceito de energia mecânica, pois mesmo sem ter consciência, a relação não é mais entre o fenômeno e as grandezas, mas entre grandeza e conceito, já que a partir da observação de como se comporta a grandeza, os alunos chegam a uma parte

do conceito – a absorção de energia e sua dissipação e a conservação de energia, ampliando as suas relações com o conceito. Concordando com Vigotski (2009), eles estão generalizando o conceito, ao afirmarem o que estão observando, modificando internamente as relações que estabelecem entre as grandezas e o conceito de energia.

P: [...] Vocês viram que quando a gente joga de uma certa altura, o que acontece?

A9: Forma essas camadinhas.

P: Mas se você aumenta a altura, o que acontece com a farinha?

A1: Espalha mais (gesticulando abrindo os braços).

A6: (Gesticula uma coisa espalhando).

P: Então tem uma relação que quanto mais alto, mais a farinha espalha, não é isso?

A7: Sim.

A9: (Sim com a cabeça).

Episódio 28

No final do experimento, a relação entre a altura e o espalhamento de farinha parece estar clara para todos os alunos; eles percebem que quanto mais alto se larga a bolinha, maior o espalhamento. Consideramos, portanto, que o conceito de Energia Potencial Gravitacional que é diretamente proporcional à altura, está pronto para ser trabalhado e formalizado pelo professor, mas falta ainda a relação com a massa do objeto. O episódio 29 dá continuidade a esse processo, com mais uma mediação do professor.

Neste último episódio, podemos ver que o conceito de conservação da energia mecânica, em que a energia vai se transformando de energia potencial gravitacional para energia cinética é capaz de explicar o fenômeno; é com esta energia que ocorre o impacto e o aluno já percebe e começa a compreender a relação entre esses conceitos e as variáveis necessárias para descrevê-lo e, eventualmente, chegar ao formalismo. O aluno A1 está realizando uma Relação de segundo grau, pois ao

responder para o professor que espalha mais conseguiu fazer a relação entre a grandeza altura e a transformação de energia.

A Energia Mecânica é a soma de energias relacionadas ao movimento: Energia Cinética e a Energia Potencial, tanto gravitacional quanto elástica. No caso das crateras da Lua, os meteoritos antes de colidirem com ela possuem energia potencial gravitacional e uma parte de energia cinética devido ao movimento do próprio objeto. No caminho do meteorito a energia potencial gravitacional se transforma em mais energia cinética, o objeto vai ganhando velocidade e é com esta energia que colide gerando a cratera na superfície lunar devido ao impacto. As grandezas físicas que se relacionam com o cálculo dessas energias, no caso da simulação no laboratório, é a altura, ou a distância, até a superfície de farinha, a velocidade com que o objeto é largado, a massa do objeto e a aceleração da gravidade do local onde está ocorrendo o impacto.

Com as discussões sendo orientadas pelo professor por meio de um experimento mental, os alunos percebem outros conceitos importantes quando se trata da Energia Mecânica. Este procedimento foi utilizado, neste momento, por considerar que os alunos já estavam com suficiente imersão no contexto do problema que se estudava e da situação experimental, tanto da observação celeste como do laboratório escolar. Assim, no episódio 29, uma questão sugerida pelo professor extrapola o problema analisado pelos alunos, faz com que eles tenham de atribuir outras relações para manter a hipótese de impactos, isto é, duas grandezas são importantes – a massa e a velocidade – os conceitos que definem a energia cinética.

P: [...] Porque a cratera não é só cair um negócio em cima da Lua que vai formar isso. Vocês concordam que se cair uma nave na Lua vai formar um negócio desse tamanho?

A2: Sim.

A5: Não.

A8: Não.

A2: Desse tamanho não, mas vai formar alguma coisa.

P: Desse tamanho não, mas vai formar alguma coisa, mas vai formar uma coisa tão grande? [...]

P: Pra formar uma coisa grande o que precisa ser?

A1: Rápido.

A2: Uma pedra.

P: Rápido, e?

A2: Grande.

A2 e A4: Pesado.

Episódio 29

O aluno A2 do episódio, na frase destacada, expõe uma Relação de segundo grau, já que mostra entender que ao cair um objeto de qualquer massa formará uma cratera mesmo que pequena devido a conservação de energia. Já os alunos A1 e A4, ao serem colocados diante de um novo problema sugerido pelo professor, voltam a estabelecer uma Relação de primeiro grau, pois novas grandezas influenciam neste novo fenômeno.

Ao perguntar aos alunos qual seria o conceito que relaciona massa com velocidade, para explicar o que está ocorrendo no experimento, o professor desencadeia uma série de palavras relacionadas com o fenômeno, mas os alunos ainda não dominam completamente o conceito energia. Será preciso percorrer um caminho mais longo.

P: Primeiro, é a massa e outra é velocidade, que é rápido. Massa e velocidade a gente relaciona usando uma outra palavra na física, não sei se vocês lembram.

A4: Quilômetros por hora.

P: Não, não a unidade. O que está relacionado com a massa e velocidade?

A8: Contato?

A4: Massa...

P: Não. É isso que eu queria que vocês chegassem, pra formar uma cratera dessa o que eu preciso?

A2: Da gravidade.

A8: Força.

P: Força? Quanto mais força, maior vai ser a cratera?

A8: (Sim com a cabeça).

A4: Não, depende da velocidade e da massa.

P: A força relaciona a massa com a velocidade?

Alunos: Sim.

Episódio 30

Conceitos como altura, energia, tempo, distância, gravidade, entre outros são evocados pelos alunos na tentativa de acertar o conceito que relaciona massa e velocidade para representar uma energia, quando o professor coloca diversas situações procurando fazer com que eles encontrassem o erro em suas tentativas. A cada grandeza dita por um aluno, na tentativa de acertar – o que já era esperado pelo professor – este tentava apresentar um conflito com uma situação onde esta grandeza não influenciava, até que os alunos, esgotando as suas tentativas, chegaram à palavra energia. A partir daí o professor pôde explicar através de diversos exemplos onde a energia era essencial.

O professor mostra, então, uma situação particular com duas bolinhas iguais em diferentes alturas; segurando-as paradas, pergunta o que havia de diferente entre elas. As primeiras respostas foram altura, distância, e o professor procura orientar o raciocínio até que os alunos façam uma referência à energia. Esse momento não é fácil atingir e aqui o professor conta com o convencimento entre todos os alunos.

P: Entendeu? Quando eles têm mais altura ele ganha mais?

A4: Velocidade?

P: Não, porque está parado. Qual a diferença em eu levantar um objeto aqui e outro aqui? O que ele ganhou a mais?

A4: Velocidade. [...]

P: Ele está parado na minha mão. Ele (apontando um dos corpos que está mais alto) só ganhou altura, mas vocês concordam que ele vai ficar mais rápido do que esse. Então ele ganhou alguma coisa. Não ganhou? [...]

P: Ele está parado.

A1: Calma professor, não fala [...]

P: Vocês concordam que ganhou alguma coisa? O que é essa coisa?

A5: Ele vai ganhar mais velocidade, por que está mais longe? [...]

A8: Impulsão.

A2: Energia.

Episódio 31

A partir dessa percepção do aluno A2 que o objeto vai chegar com mais energia porque está mais alto e, portanto, que a energia maior é responsável pela formação de uma cratera maior, o professor prossegue com os mais diversos exemplos de como o tamanho das crateras reais aumentariam, de acordo com aumento da energia. Os alunos parecem concordar. O conceito energia a partir daí pôde ser um pouco mais aprofundado e reformulado e estabelecendo novas relações entre as grandezas e o conceito internamente, ampliando a experiência do sujeito com esse problema.

P: Então quando você solta de uma altura maior, você está fornecendo mais energia, então ele vai chegar lá embaixo com mais energia. Então a diferença de uma cratera desse tamanho, pra uma desse tamanho... (apontando crateras diferentes)

A8: É a energia.

P: Quer dizer que o meteoro (deveria ser meteorito) é muito maior? Pode ser. Mas ele pode ter chegado com mais...

A8: Velocidade.

P: Velocidade, que na verdade é mais... [...]

A8: Então pode ser o resultado de várias crateras (entendendo que ele utilizou a palavra crateras no lugar de meteoritos), terem batido no mesmo espaço.

P: Pode ser no mesmo lugar. Então um negócio que eu quero que vocês aprendam é que não é por causa do tamanho dele que faz uma coisa grande assim, mas é por causa da Energia. (O professor concluiu e passou para trabalhar problemas formais utilizando os conceitos da energia mecânica).

Episódio 32

Os alunos após toda discussão em torno da formação de crateras, parecem ter conseguido aplicar o conceito de energia em diversas situações. O aluno A8, por exemplo, conseguiu ampliar o uso do conceito de energia, entendendo que, se somarmos a energia de diversos objetos que colidem no mesmo espaço, teremos o mesmo resultado que um objeto grande com bastante energia.

Notamos que o aluno A8, destacado no último parágrafo, estabelece uma relação de terceiro grau, entre conceito e fenômeno, já que utiliza do conceito que acabou de estabelecer novas relações e o aplica em outro fenômeno que nem foi citado pelo professor ou pelos colegas, consegue ampliar as relações do conceito com outro fenômeno imaginado por ele. Esse terceiro tipo de relação é o que Vigotski (2009) chama de generalização de um conceito, pois reformulou o significado do conceito energia aplicando a outro fenômeno, portanto compreende uma forma mais geral do que o conceito energia quer dizer. Se for colocado diante de outras situações, esse conceito vai ser continuamente modificado, em um movimento que não tem fim, pois sempre pode se estabelecer uma nova relação com este conceito e com a palavra energia.

8.3 As categorias de análise e a aprendizagem

Na análise de dados os aspectos em destaque nas atividades foram a observação astronômica realizada pelos alunos e a investigação experimental em que apareceram elementos da energia mecânica.

A partir das categorias e dos dados a ela relacionados conseguimos construir nosso entendimento sobre a construção do conteúdo estudado pelos alunos.

O processo de desconstrução do texto e finalmente a elaboração do metatexto acompanhando a proposta de Moraes (2005) permite interpretar a construção desse conhecimento para a turma de alunos que trabalhamos.

Nesse sentido, o texto a seguir refere-se ao desenvolvimento da aprendizagem em termos de uma qualificação da observação e do estabelecimento da relação física que descreve o fenômeno estudado.

Ao longo de uma atividade de observação, o modo como o aluno observa vai se modificando, pois neste processo ele vai adquirindo mais experiência em reparar nos objetos e a manipular o instrumento, neste caso o telescópio, com isso vai melhorando sua descrição do fenômeno.

Nas observações, foram identificadas algumas categorias que ajudam a compreender como uma atividade deste tipo pode auxiliar um professor de física a trabalhar um conteúdo em sua aula, de uma forma motivadora e que gere um aprendizado significativo.

No início da atividade a Observação Primária é a predominante, pois os alunos não têm expectativa do que vão enxergar pelo telescópio; com isso qualquer coisa que aparece no seu campo visual, ao olhar com o telescópio já é algo fascinante. Mesmo que, na maioria das vezes, não apareçam imagens definidas, apenas manchas e luz difusa, nesta observação o sujeito não extrai detalhes e características objetivas; é uma observação despretensiosa.

A Observação de Confirmação, por sua vez é uma observação carregada de expectativa, pois o sujeito já conhece as características do objeto observado por alguma experiência anterior e a observação ocorre para confirmar essa expectativa que o sujeito possuía.

Ao longo da atividade, através da experiência acumulada e das mediações dos outros participantes da atividade, principalmente o professor, os sujeitos vão melhorando a sua observação, tanto na parte prática, quando posicionam melhor o telescópio e o focalizam de uma maneira mais adequada, como na interação com o fenômeno e os objetos observados, extraindo informações mais precisas e detalhadas dessa interação, chegam à Observação Criteriosa. O sujeito já está atentando para os detalhes do objeto observado e fazendo relações do seu conhecimento prévio com os dados obtidos dessa observação; assim, a descrição do fenômeno, mesmo com uma falta de palavras, aproxima-se da expectativa do professor, conseguindo aprimorar a observação do fenômeno e descrevendo-a melhor.

A Observação Induzida decorre da Observação Criteriosa, devido à observação mais detalhada de alguns durante a atividade; neste caso as informações extraídas estão mais próximas do que se esperava, a partir das discussões com o professor. Ocorre que, alguns sujeitos que não conseguiram realizar essa observação criteriosa, são induzidos a prestar atenção em detalhes que lhe passaram despercebidos, atingindo, assim, o que era esperado; esses sujeitos só conseguiram observar os detalhes depois de ouvirem o que deveria ser notado no objeto da observação.

A Observação Extrapolada e Qualificada ocorre em sujeitos que adquirem um acúmulo de experiência com o instrumento e fenômenos estudados. De fato, as relações estabelecidas durante a observação, como mostram as falas dos sujeitos, parecem estar ligadas à quantidade de informações que eles estão extraindo daquela vivência, para alguns maior do que outros. Isto parece dar conta do fato de serem capazes de pensar em situações semelhantes chegando ao porquê de estar ocorrendo determinado fenômeno e criando hipóteses para a solução do problema - caso da Observação Extrapolada. Ou então, fazem uma descrição com detalhes sobre o objeto, de forma mais precisa e com uso de palavras mais adequadas cientificamente, mostrando conhecimento sobre o que está ocorrendo naquela observação - o que chamamos de Observação Qualificada.

A Observação Qualificada é o tipo de observação que se busca com o tipo de atividade desenvolvida neste trabalho, mas os alunos só irão atingi-la se tiverem a oportunidade de observar o fenômeno diversas vezes, acumulando experiência e, quase sempre, com a mediação e orientação do professor.

Na atividade experimental é possível acompanhar o processo de construção do conceito de energia, com estabelecimento de novas relações e novos sentidos a partir de novos elementos mediadores, colocados pelo professor ao longo da discussão e realização da atividade.

Investigando o processo de formação das crateras da Lua, os alunos foram elaborando hipóteses para solucionar esse problema e para testar essas hipóteses. Um aluno propôs que simulassem a queda de um objeto em uma superfície, tentando alcançar uma forma de cratera próxima àquela encontrada na Lua. Durante essas simulações os sujeitos foram estabelecendo relações entre as características do fenômeno e uma das variáveis que poderiam ser controladas uma de cada vez, o que foi classificado como uma Relação de primeiro grau. As grandezas altura, massa e velocidade se relacionam com a energia mecânica - potencial gravitacional e a energia cinética. Estabelecer uma relação entre essas grandezas e a forma observada no fenômeno só ocorreu após os alunos realizarem algumas tentativas de obter as suas crateras; outras grandezas como a massa e a velocidade só foram relacionadas ao fenômeno, após o professor colocar novas questões sobre o fato em estudo.

A Relação de segundo grau, foi considerada no caso em que os alunos estabeleceram relações além das imediatas, já referidas. A relação daquelas grandezas ao conceito energia, como o efeito da altura já aparecia, através da observação do experimento, para explicar a conservação e absorção de energia mecânica. Com isso estavam percebendo a influência dessas grandezas no fenômeno e chegando às variáveis fundamentais que definem o conceito de Energia Mecânica.

Um sujeito da pesquisa conseguiu chegar a uma Relação de terceiro grau. Possivelmente mais alunos a alcançariam se tivessem tido mais aulas ou um tempo maior para as discussões com o professor após o experimento. Essa relação mais elaborada entre o conceito e as variáveis ligadas ao fenômeno, em uma situação nova exigiria mais da discussão com o professor e os outros sujeitos. Ele utilizou outras propriedades ligadas à energia, utilizando o conceito em outro fenômeno (episódio 32).

Mesmo sendo colocada pelo professor, a palavra energia parece ter fechado uma ideia sobre a investigação de um fenômeno. Este foi gerado pela observação astronômica e foi simulado na atividade experimental, proporcionando aos alunos desenvolverem suas vivências em que a explicação para o que estava ocorrendo

envolvesse as grandezas física relacionadas à energia. Nesse processo, o próprio conceito de energia, estava sendo ressignificado, objetivo da atividade e da pesquisa.

9. Conclusões e Considerações Finais

O trabalho desenvolvido procurou estudar a presença da Astronomia no currículo do Ensino Médio, através da proposta e aplicação de uma sequência didática envolvendo um conteúdo da Física. A sequência didática envolveu atividades de diferentes tipos e um processo de interação e condução da aprendizagem de um conceito de Física, que leva em conta uma concepção de aprendizagem construtivista, fundamentada na teoria de Vigotski.

Trabalhou-se com as ideias que compreendem a construção cognitiva de conceitos físicos como um processo de significação dos objetos e seus comportamentos, que é permeado pela intermediação externa – no caso, as situações programadas e constituintes da sequência didática e a orientação do professor, além da forte interação entre os próprios aprendizes.

A sequência de atividade começou com a situação particular de um contexto em que a observação pudesse ser explorada e significada nos seus aspectos instrumentais para a obtenção de informações de caráter científico. Em seguida, foi apresentada uma atividade em que esse instrumento foi aplicado para estudar e explicar um fenômeno celeste. Neste momento, foi possível dar significado às características e comportamentos de objetos celestes concretos, nomeando detalhes e sugerindo semelhanças com situações vivenciadas e do cotidiano.

Finalmente, as atividades levaram a levantar e testar hipóteses sobre as ocorrências observadas nos objetos e adequadamente registradas. Isso permitiu chegar a um modelo para a origem dessa configuração dos objetos. A partir da análise dos dados, foram tiradas algumas conclusões sobre os aspectos da observação dos sujeitos e também sobre como o conceito de energia pode se desenvolver na atividade experimental e na mediação apropriada do professor durante a observação.

A observação astronômica revelou que o sujeito, ao ser colocado pela primeira vez em contato com algum fenômeno, não sabe o que esperar; isto é, quando os sujeitos olhavam no telescópio pela primeira vez, tinham a necessidade de descrever o que estavam vendo, esperando encontrar uma ressonância com as ideias dos seus colegas e do professor; para eles pareceu importante o acordo com todos. Esta expectativa dos alunos é fundamental para a aprendizagem e pode ser entendida

com a teoria de Vigotski, no que se refere ao papel do social na construção do conhecimento.

A mediação do professor no decorrer da observação mostrou-se fundamental e necessária, indicando como o aluno deveria observar, em quais elementos deveria colocar sua atenção por mais tempo, chamando a atenção para os detalhes do objeto observado e estimulando-os a procurar mais informações e detalhes. Essa mediação exige do professor conhecimento suficiente para identificar elementos da interação pedagógica e do conteúdo em estudo, capazes de levar o aluno a desenvolver o processo de solução do problema apresentado.

A observação astronômica mostrou-se, a nosso ver, um importante recurso para a problematização de situações do cotidiano que passam despercebidas. Por meio dela, os alunos tomaram ciência do problema, compreenderam o contexto desse problema, tornando a investigação participativa e interessante.

Alguns episódios nos pareceram interessantes e reveladores de um processo de aprendizagem com a significação de um conceito, o que é sempre complexo e de difícil compreensão.

No episódio 24, o aluno A2 propõe um método para simular a hipótese levantada pelos alunos de impacto de objetos na superfície lunar, esta hipótese surgiu através de uma discussão orientada pelo professor. Este aluno, ao sugerir a simulação de jogar uma bola de ferro em um tanque com areia, mostrou que possuía um conhecimento prévio do problema. Quanto mais experiência o aluno tem com o fenômeno, melhores são as soluções para enfrentar os problemas colocados pelo professor, isto é, um conceito ou explicação de um fenômeno vai se transformando com o tempo de forma dinâmica (VIGOTSKI, 2008).

O mesmo aluno A2, no episódio 26, conseguiu tirar a dúvida da colega que pediu a ele que jogasse a esfera de uma altura maior. Por ter já experimentado essa situação anteriormente, explicou à colega que ele já havia feito o que ela pedia e relatou sua tentativa malsucedida, convencendo-a de que sua hipótese estava errada. O mediador, neste caso, foi o relato da sua experiência anterior, o que fez com que ela entendesse que sua hipótese estava errada; isto sugere um possível momento de ressignificação do conceito. Durante todas as atividades, a interação social entre os pares se mostrou efetiva, tirando dúvidas e até induzindo os outros colegas a

chegarem ao resultado esperado da atividade; como se, caso a atividade fosse desenvolvida individualmente, esses alunos não teriam chegado a uma conclusão.

O professor mediador, atento ao contexto, refere-se a hipóteses levantadas por alguns sujeitos, coordenando o trabalho do grupo. O professor atento às manifestações dos alunos foi capaz de orientá-los e mediá-los durante a atividade, fazendo com que fosse alcançado o objetivo estabelecido por ele na elaboração da sequência didática. Isso ocorreu em diversos episódios, como, por exemplo, nos episódios 4, 21 e 24. Essa atenção é necessária tanto quanto o conhecimento do conteúdo físico para promover as relações pessoais no momento adequado. Se a oportunidade passar, o professor apelará a uma resposta pronta, que dificilmente será entendida pelos alunos, por não acompanharem a linha de raciocínio do professor que possui mais experiência com aquele problema.

A atividade inicial de observação em que os alunos manipularam os telescópios, mostrou ser bastante importante, pois com ela os alunos poderiam achar objetos interessantes no céu e investigar os aspectos desse objeto, sem depender totalmente daquilo que o mediador achasse interessante. Este recurso foi bastante produtivo para o envolvimento dos sujeitos e a sua aprendizagem. Artigos sobre observação astronômica, consultados na literatura não relatam ter possibilitado aos sujeitos a manipulação do telescópio ou ainda que tenha sido sugerido um alvo. Esse aspecto da atividade mostrou-se fundamental para interessar os sujeitos pelo problema; manipular um objeto novo – o telescópio – normalmente utilizado somente pelos professores neste tipo de atividade, foi algo motivador para os alunos, desde a primeira etapa da sequência didática.

A construção do conceito de energia e as grandezas com que se relaciona na questão estudada, parece estar presente no conhecimento dos alunos – sujeitos dessa pesquisa – e caracterizam algumas etapas, o que interessa ao professor e mediador da aprendizagem. Três etapas foram estabelecidas de acordo com os dados observados e caracterizados, bem como a relação que se estabelecia entre eles e o comportamento do fenômeno observado:

a) Relação de primeiro grau – entre o fenômeno e uma grandeza – os alunos observam o fenômeno e destacam a grandeza que influencia aquele fenômeno, uma relação que ocorre no primeiro contato com o experimento;

b) Relação de segundo grau – entre as grandezas e o conceito – no caso, energia. Depois de algumas tentativas ao investigar o fenômeno, o sujeito vai relacionando as grandezas e notando a sua influência no fenômeno, explicando o que está ocorrendo, recorrendo a teorias diretamente ligadas com o conceito estudado;

c) Relação de terceiro grau – entre o conceito elaborado e o fenômeno – o sujeito compreende o conceito e o aplica a um outro problema diferente do que estava simulando. A significação deste conceito se aproximou do que a Física concebe.

A terceira etapa do conhecimento consiste em entender que a palavra "energia" representa o que os sujeitos queriam expressar. Isso só foi possível com a mediação do professor, pois mesmo com o conhecimento e uso diário dessa palavra o significado que o aluno tinha dela precisou ser ampliado e ressignificado, de acordo com a teoria de Vigotski.

O fascínio pode ser uma forte motivação inicial, mas não se mostra necessário e suficiente para manter a observação cuidadosa, que permita estabelecer as relações formais da mecânica que possam descrever o fenômeno fisicamente.

Além do resultado específico da observação, espera-se ter se desenvolvido nos sujeitos uma melhor consciência de que o ato de observar pode ter gradações e que em si mesmo constitui um elemento fundamental para compreender a natureza.

Ressaltamos também a importância do professor e seu papel de mediador e coordenador das falas dos alunos no sentido de chegar a um discurso que leve ao estudo e solução do problema.

Além disso, seu papel de elaborador de uma sequência didática que preencha essa necessidade de acompanhar um processo pedagógico.

Referências Bibliográficas

BARCLAY, C. Back to basics: naked-eye astronomical observation. *Physics Education*, v. 38, setembro/2003, 423-428, 2003.

BERNARDES, T. O.; BARBOSA, R. R.; IACHEL, G.; NETO, A. B.; PINHEIRO, M. A. L.; SCALVI, R. M. F. Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 3, p. 391-396, 2006.

BOGDAN, R. e BIKLEN, S. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, Portugal, 1994.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *PCN+: Ensino Médio - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2002. 141 p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental - Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1998. 138p.

BRETONES, P. S.; COMPIANI, M.; A observação do céu como ponto de partida e eixo central em um curso de formação continuada de professores. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 12, núm. 2, maio-agosto, UFMG, Brasil 2010, p. 173-188.

CORRÊA, I. C .S. *História da Astronomia*. Porto Alegre: Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/igeo/m.topografia/index.php?option=com_remository&Itemid=216&func=fileinfo&id=26> Acesso em: 4 maio 2015

GOMES, F.L. *Lineamentos da atividade mediadora em Vigotski*. 2007. 150f. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) - Faculdade de Ciências e Letras – Unesp/Araraquara. Araraquara. 2007.

JACKSON, E. Practical astronomical activities during daytime. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA*, n.8, p. 71-88, 2009.

KLEIN, A. E.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; ZAPPAROLI, F. V. D. Os sentidos da observação astronômica: uma análise com base na relação do saber. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n.10, p. 37-54, 2010.

LANGHI, R.; NARDI, R. *Educação em Astronomia: Repensando a formação de professores*. 1ªed. São Paulo: Escrituras Editora, 2012. (Educação para a Ciência; 11).

_____. Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, V.24, n.1, p. 87 -111, 2007.

MARRONE JÚNIOR, J. *Um perfil da pesquisa em ensino de Astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências*. 2007. 248f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2007.

MEGID NETO, J.; BRETONES, P. S.; CANALLE, J. B. G.; A educação em Astronomia nos trabalhos das reuniões anuais da Sociedade Astronômica Brasileira. *Boletim. Sociedade Astronômica Brasileira*, Vol. 26, Fac. 2, pp.55-72, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2006.

MILONE, A. C. A astronomia no dia-a-dia. In: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Introdução à Astronomia e Astrofísica*. São José dos Campos: INPE, 2003.

MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 12a. edição. São Paulo: Editora Hucitec, 2010.

MORAES, R. Mergulhos Discursivos: análise textual qualitativa entendida como processo integrado de aprender, comunicar e interferir em discursos. In: GALIAZZI,

Maria do Carmo; FERREITAS, José Vicente de. (Org.). *Metodologias emergentes de pesquisa em educação ambiental*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2005.

_____. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, v.9, n.2, p. 191 - 211, 2003.

RIO DE JANEIRO (Estado). *Currículo Mínimo 2012: Física*. Rio de Janeiro: Secretaria do Estado da Educação, 2012.

SANTIAGO, A. V. R.; PACCA, J. L. A. *De estrela Dalva a planeta Vênus*. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 3. 2014, Curitiba, *Resumos...* Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 2014, p. 78.

SÃO PAULO (Estado). *Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias*. São Paulo: Secretaria do Estado da Educação, 2010.

SCHMITT, C. E. *O uso da Astronomia como instrumento para a introdução ao estudo das radiações eletromagnéticas no Ensino Médio*. 2005. 113f. Dissertação (Mestre em Ensino de Física) - Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2005.

SOBRINHO, A. A. *O olho e o céu: contextualizando o ensino de Astronomia no Ensino Médio*. 2005, 84f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2005.

SOBREIRA, P. H. A. *Astronomia no Ensino de Geografia: análise crítica nos livros didáticos de Geografia*. 2002. 275f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - Departamento de Geografia - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

SOLER, D. R.. *Astronomia no currículo do Estado de São Paulo e nos PCN: um olhar para o tema observação do céu*. 2012. 200f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação; Instituto de Física; Instituto de Química e Instituto

de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2012. (Banco de teses da USP, São Paulo,2012).

VIGOTSKI, L.S. *A construção do pensamento e da linguagem*. 2ªed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

_____. *A formação social da mente*. 7ªed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

_____. *Pensamento e linguagem*. 4ªed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.