

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Filosofia e Ciências
Campus de Marília

AMANDA DE MATTOS PEREIRA MANO

Aprendizagem de conteúdos da Astronomia em uma perspectiva piagetiana: intervenção pedagógica e desenvolvimento cognitivo

MARÍLIA

2017

AMANDA DE MATTOS PEREIRA MANO

Aprendizagem de conteúdos da Astronomia em uma perspectiva piagetiana: intervenção pedagógica e desenvolvimento cognitivo

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da FFC – UNESP – Campus de Marília, para obtenção do título de Doutora em Educação.

Linha de pesquisa: Psicologia da Educação: processos educativos e desenvolvimento humano

Orientadora: Eliane Giachetto Saravali

MARÍLIA

2017

Ficha catalográfica elaborada por
André Sávio Craveiro Bueno
Bibliotecário
CRB 8/8211

Mano, Amanda de Mattos Pereira.

M285a Aprendizagem de conteúdos da Astronomia em uma perspectiva piagetiana: intervenção pedagógica e desenvolvimento cognitivo / Amanda de Mattos Pereira Mano. – Marília, 2017.

207 f. ; 30 cm.

Orientador: Eliane Giachetto Saravali.

Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Filosofia e Ciências, 2017.

Bibliografia: f. 186-193

AMANDA DE MATTOS PEREIRA MANO

Aprendizagem de conteúdos da Astronomia em uma perspectiva piagetiana: intervenção pedagógica e desenvolvimento cognitivo

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da FFC – UNESP – Campus de Marília, para obtenção do título de Doutora em Educação. Linha de pesquisa: Psicologia da Educação: processos educativos e desenvolvimento humano.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Eliane Giachetto Saravali
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Campus de Marília

2^a Examinadora: Prof.^a Dr.^a Patrícia Unger Raphael Bataglia
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Campus de Marília

3^o Examinadora: Prof.^a Dr.^a Ana Cláudia Saladini
Universidade Estadual de Londrina – UEL – Londrina

4^o Examinadora: Prof.^a Dr.^a Mírian Xavier Marques
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS – Dourados

5^o Examinadora: Prof.^a Dr.^a Orly Zucatto Mantovani de Assis
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Campinas

Marília, 12 de dezembro de 2017.

Fim de tarde.
No céu plúmbeo
A Lua baça
Paira
Muito cosmograficamente
Satélite.
Desmetaforizada,
Desmitificada,
Despojada do velho segredo de melancolia,
Não é agora o golfão de cismas,
O astro dos loucos e enamorados.
Mas tão-somente
Satélite.
Ah! Lua deste fim de tarde,
Demissionária de atribuições românticas,
Sem *show* para as disponibilidades sentimentais!
Fatigado de mais-valia,
Gosto de ti assim:
Coisa em si,
– Satélite.

Satélite. Manuel Bandeira.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Eliane Giachetto Saravali, por ter me escolhido e me acolhido. Obrigada pelas tantas orientações de academia e de vida, sempre serei grata!

À Prof.^a Dr.^a Orly Mantovani de Assis, querida mestre, por motivar a busca de uma educação de qualidade.

À Prof.^a Dr.^a Patrícia Unger Raphael Bataglia, que me ensina, não só em aulas, mas pelo exemplo de pessoa ética e generosa. Sou sua fã!

À Prof.^a Dr.^a Ana Cláudia Saladini, por ter aceitado tão carinhosamente participar de meu exame de defesa e, igualmente, por ser uma profissional e pessoa amável e inspiradora.

À Prof.^a Dr.^a Mírian Xavier Marques por todo cuidado com o meu trabalho e pelas importantes contribuições. Que alegria ter uma professora da minha formação inicial ao meu lado na conclusão desta etapa. Obrigada pela inspiração acadêmica que me fez enveredar pelos caminhos da educação.

Às professoras Carmen Lúcia Dias e Jussara Cristina Tortella por gentilmente terem aceitado serem suplentes da banca de defesa.

À Prof.^a Dr.^a Silvia Dayan-Parrat, por ter me acolhido em Genebra e ter me proporcionado muitos aprendizados. Não tenho palavras para expressar toda minha gratidão.

Aos queridos mestres que tive durante meus anos de Pós-Graduação: Prof. Dr. Adrián Oscar Dongo Montoya, Prof.^a Dr.^a Alessandra de Moraes, Prof. Dr. Eduardo José Manzini, Prof. Dr. Raul Aragão e Prof.^a Dr.^a Simone Capellini, os quais me encaminharam a muitas reflexões.

A todos os professores de Ciências da rede estadual de ensino de Marília, que prontamente aceitaram participar de meu trabalho e ao Maciel da Diretoria de Ensino, por todas as vezes que me recebeu e me auxiliou durante a execução da pesquisa.

À escola participante, principalmente, a todos os adolescentes que me ajudaram na coleta de dados e nas aulas. Vocês foram demais!

A todos os colegas do GEADDEC, sobretudo, Camila, Denise e Thais e do GEPEGE, em especial, Maíra, Henrique, Thiago.

Aos companheiros de Proepr: Ana Lúcia Meneghel, Daniela Borges, Daiane Magalhães e Léo Crevelário. Ainda, um agradecimento mais que especial às professoras Lia Zaia, Adriana Molinari e Andrea Patapoff, por terem muito me ensinado.

À amizade da Terê e do Pedro, da Tati e do Humberto e da Lilian e do Diego que tornaram meus dias mais leves.

À minha querida amiga Elizângela de Almeida, a qual me ajudou demais na realização dessa pesquisa. Obrigada por ter aberto muitos caminhos para mim e por ter me socorrido em muitas horas.

Um agradecimento às minhas amigas de Pós-Graduação: Sabrina (Ninoca!) por ter caminhado comigo até aqui, sempre me apoiando. À Carla, minha amiga querida e cuidadosa, à Bruna Sasso, para sempre meu torpedinho e à Izabela, companheira de muitos desabafos.

Ainda aos amigos que o Doutorado me proporcionou: Denise de Sordi, minha parceira de #Brasilcapesforever! Catarina e Vinícius Nunes, que sorte a minha ter encontrado vocês, obrigada por tudo! E Ronald Ericeira, meu amigo querido e inspirador, parceiro de Genève!

À Taislene por ser minha dupla de sucesso. Presença constante nas alegrias e nas lamentações e, claro, minha pessoa preferida para fazer “nada”. À Angélica, simplesmente, por existir em minha vida. Você é demais, best! À Eliane Paganini. Li, obrigada por sua amizade e parceria sempre.

Aos meus alunos que sempre se preocuparam comigo e que quando me encontram perguntam: “E o Doutorado?” - Pronto, agora acabei.

À minha mãe e ao meu irmão Matheus, por me apoiarem sempre. À minha prima Verusca pelos momentos de descontração e pela preocupação comigo durante toda pesquisa.

Ao Mario, que todos esses anos vêm aprendendo o que é abstração reflexionante e que me socorre nas mais diversas tarefas. Obrigada por ser minha força e caminhar ao meu lado, para sempre!

À Capes pelas bolsas concedidas no país e no exterior, as quais puderam viabilizar meus estudos.

Muito obrigada!

RESUMO

A presente pesquisa insere-se na temática do ensino de Astronomia na Educação Básica, sob a ótica da teoria piagetiana. Assim, decorrem desta investigação dois estudos: o primeiro, realizado com 35 professores da disciplina de Ciências da rede pública do Estado de São Paulo, participantes de uma entrevista que buscou identificar a perspectiva docente sobre os conteúdos mais difíceis de ensinar e, igualmente, mais difíceis para os alunos aprenderem. Os resultados dessas entrevistas mostraram que os conteúdos de Astronomia foram considerados, pelos professores de Ciências, como os mais difíceis tanto para ensinar quanto para aprender. A partir disso, foi efetuado um segundo estudo com o objetivo de verificar os impactos de uma intervenção pedagógica, pautada em princípios da teoria piagetiana, a respeito da compreensão dos conteúdos: fases da Lua e Eclipses, ligados à Astronomia. Desse segundo momento, participaram 20 alunos regularmente matriculados no 8º ano de uma escola estadual paulista. A investigação deu-se em quatro etapas: a primeira centrou-se na realização de um pré-teste, que constou de uma entrevista inspirada no método clínico-crítico acerca dos fenômenos das fases da Lua e dos Eclipses e, ainda, a duas provas operatórias, as quais buscavam investigar a construção de perspectivas espaciais. Na segunda etapa, efetuou-se uma intervenção pedagógica fundamentada nos princípios piagetianos que explicam a construção dos conhecimentos. A terceira etapa foi marcada por um primeiro pós-teste, de modo que os instrumentos descritos na primeira etapa foram reaplicados e, por fim, 30 dias após a aplicação do primeiro pós-teste, na quarta etapa, utilizou-se um segundo pós-teste, que consistiu na aplicação de um simulado envolvendo os conteúdos abordados na intervenção. Os dados coletados foram analisados de acordo com suas especificidades, sendo a entrevista clínico-crítica submetida à análise de conteúdo, pela qual foi possível a criação de categorias de respostas, e as provas operatórias avaliadas em consonância com estádios cognitivos. As variáveis, categorias e estádios passaram por tratamento estatístico. Desta maneira, os resultados da entrevista clínico-crítica em pré-teste revelaram que quase a metade dos estudantes não sabia explicar os motivos para ocorrência das fases lunares e, quando o faziam, apresentavam muitas dúvidas, bem como concepções alternativas ao modelo científico. Quanto aos Eclipses, boa parte dos alunos foi capaz de explicá-lo por meio de elementos científicos, mas com ideias confusas e incompletas. Quanto às provas operatórias, nas duas situações aplicadas, os alunos, em sua maioria, mostraram desempenho correspondente às operações concretas. Após o trabalho pedagógico sistematizado, no pós-teste 1 notou-se na entrevista uma melhor compreensão acerca dos fenômenos astronômicos investigados, ao passo que na provas operatórias o observado em pré-teste manteve-se, à exceção de uma das situações, na qual constatou-se um maior número de sujeitos com condutas relacionadas à entrada nas operações formais. Em relação ao pós-teste 2, obteve-se maior índice de acertos em questões que solicitavam informações e descrição dos fenômenos pesquisados. Espera-se, com esta pesquisa, contribuir para as áreas de educação em Astronomia e do ensino de Ciências, especificamente, em questões que perpassam o ensino e a aprendizagem.

Palavras-chave: Teoria piagetiana. Construtivismo. Desenvolvimento cognitivo. Ensino de Ciências. Educação em Astronomia.

ABSTRACT

The present research is inserted in the thematic of Astronomy teaching in Basic Education, from the Piagetian theory perspective. Thus, two studies are the result of this research: the first one, carried out with 35 science discipline teachers of the São Paulo State public network, participants in an interview who aimed to identify teaching perspective on the most difficult contents to teach and, also, more difficult for students to learn. Results of these interviews showed that the Astronomy contents were considered by the science teachers as the most difficult to teach as much as to learn. From this, a second study was carried out in order to verify the impacts of a pedagogical intervention, based on principles of Piagetian theory, regarding the understanding of the contents: phases of the Moon and Eclipses, linked to Astronomy. From that second moment, were participated 20 students regularly enrolled in the 8th year of a state school in São Paulo. The research was carried out in four stages: the first one focused on the realization of a pre-test, which consisted of an interview inspired by the clinical-critical method about the phases of the Moon and the Eclipses phenomena, and two operative tests, which sought to investigate the construction of spatial perspectives. In the second stage, an educational intervention based on Piagetian principles who explain the construction of knowledge was carried out. The third step was marked by a first post-test, so that the instruments described in the first step were reapplied and, finally, 30 days after the application of the first post-test, on fourth step a second post-test was used, which consisted of in the application of a simulation involving the contents addressed in the intervention. Data collected were analyzed according to their specificities, and the clinical-critical interview was submitted to content analysis, through which it was possible to create categories of responses, and the operative tests evaluated in consonance with cognitive stages. Variables, categories and stages were treated statistically. Thus, the results of pre-test clinical-critical interview revealed that almost half of the students did not know the reasons for the occurrence of the lunar phases, and when they did, presented many doubts as well as alternative conceptions to the scientific model. As for the Eclipses, a good part of the students were able to explain it through scientific elements, but with confused and incomplete ideas. Regarding the operative tests, in the two situations applied, the students, in the majority, showed performance corresponding to the concrete operations. After the systematized pedagogical work, in the post-test 1, a better understanding of the astronomical phenomena investigated was observed in the interview, whereas in the pre-test, the one observed in the pre-test remained, except for one of the situations, in which a greater number of subjects with conduct related to entry into formal operations were found. In relation to post-test 2, we obtained a higher index of correct answers in questions that asked for information and description of the phenomena studied. It is hoped, with this research, to contribute to the astronomy and science teaching education areas, specifically in questions that concern teaching and learning.

Keywords: Piagetian theory. Constructivism. Cognitive development. Science teaching. Education in Astronomy.

LISTA DE DESENHOS

Desenho 1 - Subestádio II A (figuras cônicas)	148
Desenho 2 - Subestádio II A (figuras planas e lápis)	148
Desenho 3 - Subestádio II B (figuras cônicas)	150
Desenho 4 - Subestádio II B (figuras planas e lápis).....	150
Desenho 5 - Subestádio III A (figuras cônicas).....	151
Desenho 6 - Subestádio III A (figuras planas e lápis)	151
Desenho 7 - Sistema Sol-Terra-Lua (Sol maior)	155
Desenho 8 - Sol maior que a Lua e Lua maior que a Terra.....	155
Desenho 9 - Lua maior que o Sol/ Sol maior que a Terra	156
Desenho 10 - Sistema Sol-Terra-Lua (astros do mesmo tamanho).....	157
Desenho 11 - Sistema Sol-Terra-Lua (Sol e Lua do mesmo tamanho).....	157
Desenho 12 - Representações mais corretas.....	158

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Técnica 1, posição A, estágio II A.....	137
Foto 2 - Técnica 1, posição B, estágio II A	138
Foto 3- Técnica 2, posição D, estágio II A.....	139
Foto 4 - Fotografia escolhida, técnica 3	140
Foto 5 - Posição da boneca, subestádio II A, técnica 3	140
Foto 6 - Técnica 1, posição D, estágio II B	141
Foto 7 - Técnica 1, posição B do participante, estágio II B	142
Foto 8 - Técnica 2, subestádio II B.....	143
Foto 9- Técnica I – Subestádio III A	144
Foto 10 - Técnica II – Subestádio III A.....	145
Foto 11 - Atividade de desenho	154
Foto 12 - Desenho	154
Foto 13 - Atividade de representação	159
Foto 14 - Registro da atividade de representação.....	159
Foto 15 - Momento da atividade de pesquisa	160
Foto 16 - Momentos da atividade de pesquisa	160
Foto 17 - Slides da aula expositiva dialogada	162
Foto 18 - Confeção dos cartazes	162
Foto 19 - Término da confecção dos cartazes	163
Foto 20 - Apresentação dos trabalhos	163
Foto 21 - Simulação das fases da Lua	164
Foto 22 - Caixa das fases da Lua.....	165
Foto 23 - Procedimento da prova operatória "A projeção de sombras”	201
Foto 24 - Montanhas vistas na posição frente	202
Foto 25 - Montanhas vistas na posição atrás	202

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Conteúdos de interesse dos professores em uma formação continuada.....	84
Gráfico 2 - Subestádios na prova operatória “O relacionamento das perspectivas” em situação de pré-teste.....	146
Gráfico 3 - Subestádios na prova operatória "A projeção das sombras" em situação de pré-teste.....	152
Gráfico 4 - Comparação de categorias no pré-teste e no pós-teste 1 (fases da Lua).....	167
Gráfico 5 - Comparação de categorias no pré-teste e no pós-teste 1 (Eclipses).....	169
Gráfico 6 - Comparação entre os subestádios encontrados no pré e pós-teste 1 (Prova das montanhas)	171
Gráfico 7 - Comparação entre os subestádios encontrados no pré e pós-teste 1 (Prova das sombras)	172
Gráfico 8 - Percentuais de acertos nas questões do simulado	177
Gráfico 9 - Percentuais de acertos entre os participantes	178

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Sentimentos de participação nas relações causais: tipos de magias.....	41
Quadro 2 - O ensino e a aprendizagem no ensino de Ciências.....	55
Quadro 3 - Conteúdos relacionados à Astronomia distribuídos ao longo do Ensino Fundamental II.....	91
Quadro 4 - Entrevista clínico-crítica sobre as fases da Lua e Eclipses	125

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sexo dos participantes	70
Tabela 2 - Faixa etária dos participantes	70
Tabela 3 - Tempo de atuação na disciplina de Ciências.....	71
Tabela 4 - Formação inicial dos participantes	71
Tabela 5 - Formação continuada	72
Tabela 6 - Conteúdos mais difíceis de ensinar	73
Tabela 7 - Motivos das dificuldades para ensinar Astronomia	77
Tabela 8- Conteúdos mais difíceis para os alunos aprenderem.....	77
Tabela 9 - Motivos das dificuldades em aprender Astronomia.....	81
Tabela 10 - Motivos para as dificuldades de aprendizagem não acontecerem somente na disciplina de Ciências	82
Tabela 11 - Motivos para dificuldades de aprendizagem na disciplina de Ciências	83
Tabela 12 - Frequências de respostas sobre o motivo de ocorrência das fases da Lua no pré-teste.....	132
Tabela 13 - Frequência de respostas sobre o motivo de ocorrência dos Eclipses no pré-teste	135
Tabela 14 - Representações do sistema Sol-Terra-Lua	158
Tabela 15 - Nível de significância entre entrevistas e provas operatórias em situação de pré e pós-teste 1	174

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIE – *Bureau International d'Éducation*

CEP – Comitê de ética em pesquisa

OBA – Olimpíada brasileira de Astronomia e Astronáutica

PCN – Parâmetros curriculares nacionais

PCN + – Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino médio

PISA – Programa internacional de avaliação de alunos

SARESP – Sistema de avaliação de rendimento escolar do Estado de São Paulo

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 A TEORIA PIAGETIANA	22
2.1 Estádios cognitivos	31
2.2 A posição piagetiana para a construção do pensamento científico e as relações causais... 36	
2.3 Aprendizagem e desenvolvimento	44
2.4 Sobre os métodos ativos	47
2.5 O ensino de Ciências e o construtivismo piagetiano	54
ESTUDO 1 - OS PROFESSORES DE CIÊNCIAS E ALGUMAS QUESTÕES SOBRE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	66
3 ASPECTOS METODOLÓGICOS DE UMA INVESTIGAÇÃO JUNTO A PROFESSORES DE CIÊNCIAS	67
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES DO ESTUDO 1	70
4. 1 Perfil dos participantes	70
4. 2 Resultados da entrevista: ensino e aprendizagem de Ciências na perspectiva docente.....	73
5.1 As fases da Lua e os Eclipses em currículo.....	88
5.1.1 Uma análise das atividades para os conteúdos fases da Lua e Eclipses na rede pública do Estado de São Paulo	92
5.2 As fases da Lua e os Eclipses na ciência.....	97
5.3 As fases da Lua e os Eclipses em pesquisas.....	102
5.3.2 As intervenções pedagógicas no Ensino Fundamental II.....	112
6 A CONSTRUÇÃO DA NOÇÃO DE ESPAÇO: RELAÇÕES DE PERSPECTIVA E A COMPREENSÃO DE CONTEÚDOS DA ASTRONOMIA	115
7 ASPECTOS METODOLÓGICOS DE UMA INVESTIGAÇÃO JUNTO A ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL II	122
7. 1 Problema.....	122
7.2 Hipótese.....	122
7.3 Objetivos.....	122

7.3.1 Objetivo geral	122
7.3.2 Objetivos específicos.....	122
7.4 Delineamento.....	123
7.5 Participantes e instituição	124
7.6 Instrumentos	124
7.6.1 Entrevista clínico-crítica.....	124
7.6.2 Provas operatórias	125
7.6.3 Simulado.....	125
7.7 Aspectos éticos	126
7.8 Procedimentos	126
7.9 Análises dos dados	127
7.9.1 Análises de juízes	127
8 RESULTADOS E DISCUSSÕES DO ESTUDO 2.....	128
8.1 Resultados das entrevistas no pré-teste	128
8.1.1 As fases da Lua no pré-teste	128
8.1.2 Os Eclipses no pré-teste.....	132
8.2 Resultados das provas operatórias no pré-teste	136
8.2.1 Resultados da prova operatória “O relacionamento das perspectivas”	136
8.2.2 Resultados da prova operatória “A projeção das sombras”.....	147
8.3 A intervenção pedagógica	153
8.4 Pós-teste 1.....	167
8.4.1 Resultados das entrevistas sobre as fases da Lua no pós-teste1	167
8.4.2 Resultados das entrevistas sobre os Eclipses no pós-teste 1	169
8.5 Provas operatórias em pós-teste 1	171
8.5.1 Resultados da comparação do pré e pós-teste na prova operatória das montanhas.....	171
8.5.2 Resultados da comparação do pré e pós-teste na prova operatória das sombras.....	172
8.6 Relações entre os resultados das entrevistas e as provas das montanhas e das sombras..	173

8.6.1 Resultados da análise estatística	173
8.7 Resultados do pós-teste 2	175
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	180
REFERÊNCIAS	186
ANEXO A- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa Local	194
APÊNDICE A- Termo de consentimento livre e esclarecido 1	197
APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido 2.....	198
APÊNDICE C - Termo de assentimento do menor	199
APÊNDICE D - Protocolo da Prova operatória “A projeção de sombras”	200
APÊNDICE E - Prova operatória “O relacionamento das perspectivas”	202
APÊNDICE F – Simulado/Pós-teste 2	204

1 INTRODUÇÃO

Enquanto professora das disciplinas de Ciências e de Biologia, costumeiramente, deparava-me com concepções muito curiosas, por parte dos alunos, e essas ideias singulares representavam suas formas de compreender o mundo. No entanto, diante de tais concepções, por vezes, os conteúdos trabalhados em sala de aula pareciam fazer parte de duas ciências: uma ciência de caráter científico, propriamente dito, e uma ciência do dia a dia.

Nessas duas facetas, quase sempre contraditórias, podia ser observado que grande parte dos alunos apresentava dificuldades quando eram abordados conceitos, termos e nomenclaturas científicas. Mesmo após algum tempo de escolarização, por se tratarem de alunos do 6º, 7º ano do Ensino Fundamental e até mesmo discentes do Ensino Médio, era possível perceber que muitos exprimiam juízos sobre os conteúdos científicos, afirmando que Ciências e Biologia eram “difíceis” ou eram “coisas de cientista”.

Ainda empiricamente, em conversas com outros professores, não esporadicamente ouvia relatos de que os alunos gostavam dessas matérias, mas tinham dificuldades. Frente a isso, observei que as inferências obtidas em minhas aulas não eram fato isolado.

Tempos mais tarde, por dedicar-me ao estudo da teoria piagetiana pude compreender melhor como as crianças e os adolescentes pensam, quais os processos e mecanismos que estão adjacentes à construção do conhecimento. Assim, foi possível por meio dessa teoria, entender os elementos que levam os alunos a terem ideias muito particulares.

Nesse âmbito, em pesquisa anterior, vinculada à Dissertação de Mestrado intitulada *Ideias de estudantes sobre a origem da Terra e da vida e suas relações com o desenvolvimento cognitivo: um estudo psicogenético*, investigou-se o que crianças e adolescentes pensavam sobre origem da Terra e da vida e as relações dessas concepções com o desenvolvimento cognitivo dos participantes.

Os resultados dessa pesquisa mostraram que, apesar de a perspectiva científica ser abordada na escola, as ideias iniciais dos alunos e mais, as explicações que eles oferecem, isto é, suas concepções, têm relação com sua estrutura de pensamento. Ou seja, somente o fato de ter contato nas aulas com essas informações não modificava suas concepções iniciais.

Tais constatações suscitaram indagações relacionadas aos professores e à forma como os conteúdos de Ciências são abordados na escola. Quanto aos primeiros, indagávamo-nos acerca das dificuldades encontradas pelos educadores no exercício da docência. Haveria conteúdos mais fáceis e mais difíceis de ensinar? Se sim, quais seriam e por quê? No que se

refere à abordagem dos conteúdos questionávamos: de que maneira intervenções pedagógicas deveriam ser encaminhadas, para que compreensões mais complexas e objetivas fossem alcançadas? Quais mecanismos estão ligados à compreensão das proposições científicas? Poderia a teoria piagetiana fundamentar um modo de trabalho pedagógico capaz de promover a compreensão das ideias científicas?

A partir dos questionamentos explicitados a presente tese foi delineada. Para tanto, empreendemos dois estudos: um primeiro, realizado com professores da disciplina de Ciências, com o objetivo de diagnosticar um conteúdo que seria relevante ser abordado em uma intervenção pedagógica; e o segundo, empreendido em sala de aula, colocando em prática uma forma de trabalho orientada por pressupostos piagetianos.

Esses dois momentos de pesquisa convergem para o objetivo geral de nossa tese, assim explicitado: “Verificar os impactos de uma intervenção pedagógica, pautada em princípios da teoria piagetiana, com relação à aprendizagem de conceitos complexos, na perspectiva docente, ligados à Astronomia, em específico, as fases da Lua e os Eclipses”.

Desse modo, o primeiro estudo por nós efetuado trouxe à tona a dificuldade dos professores em trabalhar conteúdos que perpassam a Astronomia. Essa investigação inicial, contou com a participação de 35 professores de Ciências da Rede Estadual de Ensino do Estado de São Paulo, os quais participaram de uma entrevista semiestruturada acerca de questões sobre o ensino e a aprendizagem de Ciências.

Foi assim que, diante dos relatos desses docentes e da bibliografia das áreas do ensino de Ciências e de Educação em Astronomia, optamos por fazer um recorte temático, o que nos possibilitou elencar os conteúdos “fases da Lua e os Eclipses” como nosso objeto de pesquisa.

Em especial, após essas definições que teceram e alicerçaram os encaminhamentos que compuseram nosso segundo estudo, oportunamente, foram realizados quatro meses de estudos nos *Archives Jean Piaget*, da Universidade de Genebra - Suíça, por ocasião da bolsa de Doutorado sanduíche¹. Ressalta-se a importância desse momento para a estruturação de leituras, elaboração de problemas e direções metodológicas, em razão de um maior aprofundamento teórico, sobretudo, pela acolhida da orientadora, Prof.^a Dr.^a Silvia Dayan-Parrat, no exterior.

Nesse particular, nossas leituras sempre eram orientadas pela seguinte pergunta “O que é preciso saber e/ou, ainda, possuir em relação aos instrumentos cognitivos para compreender o fenômeno das fases da Lua e dos Eclipses?” Foi tentando responder a essa

¹ Bolsista da Capes – Proc. nº 6258/15-8.

indagação que, em consonância com a teoria piagetiana, formulamos a hipótese de que a compreensão mais elaborada de tais fenômenos, isto é, mais próxima à compreensão científica, relaciona-se com a coordenação de perspectivas, descrita por Piaget e Inhelder ([1948], 1993) quando relatavam e comprovavam, por meio da aplicação de provas operatórias específicas, a construção da representação do espaço na criança.

Assim, traz-se a originalidade de nossa pesquisa, uma vez que os estudos sobre as ideias de crianças, adolescentes e adultos a respeito das fases da Lua e dos Eclipses, não são inéditos, tampouco a proposição de intervenções pedagógicas. Entretanto, a relação de tais concepções com mecanismos adjacentes à construção do relacionamento de perspectivas, bem como o emprego de um trabalho escolar diferenciado, por respaldar-se na construção de conhecimento anunciada por Jean Piaget (1896-1980), são específicos do presente estudo.

Dessa maneira, os questionamentos que compõem nossa problemática de investigação podem ser colocados da seguinte forma:

- Na perspectiva docente, existem conteúdos da disciplina de Ciências mais fáceis e mais difíceis, para ensinar e para aprender?
- Quais são as concepções de estudantes a propósito das fases da Lua e dos Eclipses e suas relações com a construção de uma perspectiva espacial?
- De que modo uma intervenção pedagógica, pautada em pressupostos piagetianos, refletirá nas ideias dos estudantes a respeito dessas temáticas do mundo astronômico?

Para organizar a tese e apresentar seus dois estudos componentes, após esta Introdução, iniciamos com o capítulo 2, trazendo os aportes da teoria piagetiana. Com essas discussões, buscamos revisitar as principais contribuições do epistemólogo suíço e seus colaboradores no que tange à construção do conhecimento. Além disso, procuramos, também, trazer em debate seus enunciados para o ensino de Ciências e como esse campo específico de conhecimento pode ser interpretado à luz de tal teoria.

No capítulo 3, evidenciamos os aspectos metodológicos do Estudo 1. Assim, pode ser detalhada a investigação realizada por meio de entrevistas com professores de Ciências da rede pública do Estado de São Paulo. Os resultados desse estudo são apresentados e discutidos no capítulo 4, no qual foram reveladas as dificuldades de ensino e de aprendizagem junto aos temas da Astronomia.

Os desdobramentos desse primeiro momento de pesquisas podem ser percebidos no capítulo 5, no qual expomos os temas fases da Lua e Eclipses na perspectiva científica e escolar, bem como apresentamos uma revisão de bibliografia acerca da temática em estudos da área da educação. Assim, são observados resultados de pesquisas internacionais e

nacionais que se debruçaram em compreender o que diferentes grupos pensam sobre tais fenômenos. Ademais, revelamos, nesse capítulo, nossa hipótese sobre as relações entre a compreensão desses conteúdos e a construção da perspectiva espacial.

Nesse âmbito, apresentamos o capítulo 6, que busca discutir a construção do espaço e as relações de perspectiva e as possíveis aproximações com o entendimento das questões da Astronomia, em especial, das fases da Lua e dos Eclipses.

Após tais discussões, sistematizamos o Estudo 2. Para tanto, no capítulo 7, são explicitados os aspectos metodológicos presentes nessa segunda etapa da pesquisa. Em sequência, iniciamos o capítulo 8, que aborda os resultados e as discussões do pré-teste, da intervenção pedagógica e dos pós-testes realizados com 20 alunos de uma classe de 8º ano do Ensino Fundamental. Os achados decorrentes dessas investigações culminam no capítulo 9, alicerçando nossas considerações finais a cerca dos dois estudos empregados.

2 A TEORIA PIAGETIANA

A presente tese alicerça-se teoricamente nos pressupostos da Epistemologia e Psicologia Genéticas, desenvolvidas pelo suíço Jean Piaget (1896-1980). Nosso estudo, em linhas gerais, tem por objetivo discutir questões que perpassam o ensino, a aprendizagem e a educação, no campo das ciências naturais.

Pode parecer curioso àqueles que não se dedicam ao estudo da teoria piagetiana trazer tal referencial para os objetivos que almejamos, uma vez que ele não foi pedagogo e menos de 3% do conjunto da obra piagetiana, isto é, cerca de mil páginas, foram dedicados a discorrer sobre as implicações educacionais de sua teoria (MUNARI, 2010).

Sua contribuição à educação não pode de modo algum ser negligenciada ou minimizada, haja vista que a motivação para empregar mais de 60 anos de pesquisas, com crianças e adolescentes foi a de explicar como se dá o conhecimento, o qual, por excelência, se insere nas questões educacionais. Diante disso, faz-se importante apresentar, ainda que brevemente, a história acadêmica e profissional de Jean Piaget, pois os caminhos por ele trilhados influenciaram e delinearão a constituição de sua teoria.

Tendo por formação inicial a Biologia, já aos quinze anos publicou seu primeiro artigo científico dedicado ao estudo dos moluscos; esse fato trouxe duas importantes marcas presentes no legado de Piaget e que tornaram a Epistemologia Genética um campo de conhecimento próprio: a contribuição da Biologia para explicar o desenvolvimento humano e a necessidade do rigor investigativo advindo do método científico.

Em seu percurso profissional, no início dos anos 1920, Jean Piaget, até então morador da cidade de Genebra, mudou-se para Paris e passou a trabalhar nos laboratórios fundados pelo pedagogo e psicólogo Alfred Binet (1857-1911). A respeito desse feito, as palavras de Munari (2010, p. 14) destacam que, “[...] ali, descobriu, pela primeira vez, a maravilhosa riqueza do pensamento infantil.” O advento do trabalho junto ao laboratório de pedagogia experimental tornou-se também importante, porque lhe proporcionou o esboço da criação do seu modo próprio de investigação do pensamento de crianças: o método clínico-crítico (PIAGET, [1924], 1967).

Pouco tempo mais tarde, Piaget regressou à Suíça e iniciou seus trabalhos e estudos na Casa das Crianças do Instituto Jean-Jacques Rousseau (dedicado ao desenvolvimento e aperfeiçoamento dos sistemas de educação e de práticas escolares) e em escolas primárias de Genebra.

Em 1929, assumiu o cargo de diretor do *Bureau International d'Éducation* – BIE, vinculado à UNESCO - Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura e, anualmente, durante os 40 anos em que fora diretor dessa instituição, Piaget redigia e proferia um discurso. Munari (2010, p.16) explica que “[...] nesta coleção, de uns 40 textos [...] é possível ilustrar os princípios básicos que orientam seu projeto educacional. Descobrir-se à, então, que este projeto é muito menos ‘implícito’ e menos ‘inconsciente’ do que se costuma afirmar.”

Sobre esse projeto repousa sua concepção de desenvolvimento, em contraponto às pesquisas psicológicas de sua época, as quais traziam, sobretudo em duas direções, empirista e inatista, explicações para o desenvolvimento da inteligência:

A terceira direção, que é decididamente a nossa (e que nos leva a atribuir os começos da linguagem às estruturas construídas pela inteligência sensorial-motora preexistente) é de natureza construtivista, isto é, sem pré-formação exógena (empirismo) ou endógena (inatismo) por contínuas ultrapassagens das elaborações sucessivas [...]. PIAGET ([1972], 1977, p. 12-13, grifo do autor).

A novidade está, por conseguinte, em não olhar para o conhecimento como algo já determinado, tal qual a proposição do inatismo, ou pelo simples acúmulo de informações “absorvidas” do ambiente, como localizamos no empirismo, mas de pensar o conhecimento como um processo de formação, que possui uma gênese e que passa constantemente por reorganizações mentais conferindo aos sujeitos conhecimentos cada vez mais elaborados.

Nesse entendimento, o conhecimento não está nos objetos do mundo exterior, nem no próprio sujeito, contudo, trata-se do resultado de interações que dependem de ambos ao mesmo tempo. Desse modo, exterior (meio ambiente) e interior (sujeito) podem ser compreendidos como direções complementares e solidárias na construção da inteligência (PIAGET, [1970], 2007).

Para que a interação entre sujeito e meio ambiente aconteça, é necessário partir da ação. Piaget ([1970], 2007) faz a distinção de dois momentos sucessivos da ação: um primeiro, o das ações no período sensório-motor, e o segundo, em posse do pensamento conceitualizado, presente nos períodos cognitivos posteriores.

A ação na perspectiva piagetiana, ao contrário do que o senso comum pode nos levar a inferir, não se refere apenas ao ato manipulativo, porém, trata do agir também no plano do pensamento, de maneira que “[...] todo conhecimento está ligado a uma ação e que conhecer um objeto ou acontecimento é utilizá-los, assimilando-os a esquemas de ação.” (PIAGET, [1967], 2003 p. 15). Nota-se que o conhecimento procede da ação, mas é interpretado pelo emprego de esquemas de ação, de sorte que, temos a possibilidade de nos desprendermos do

ato manipulativo, propriamente dito, para o plano de organizações e combinações do pensamento.

Diante disso, a posição piagetiana, para explicar como se dá a gênese e desenvolvimento do conhecimento, é construtivista e interacionista, isto é, um entendimento que vê na interação do sujeito com o mundo a possibilidade de construção da inteligência.

Para tanto, Piaget ([1975], 1976) explica que existem dois processos fundamentais, a assimilação e a acomodação, os quais correspondem a invariantes funcionais que conferem organização e adaptação do sujeito no mundo.

Assim, a assimilação concerne à “[...]incorporação de um elemento exterior (objeto, acontecimento, etc.) em um esquema sensorimotor ou conceitual do sujeito.” (PIAGET, [1975], 1976, p. 13). A assimilação acontece segundo condições individuais, uma vez que a incorporação do exterior acontecerá subordinada aos esquemas e estruturas mentais que são inerentes ao sujeito. Quando, sob pressão da experiência, surgem novos dados e somente a assimilação não basta em razão das características dos elementos a assimilar, é necessário invocar seu processo complementar: a acomodação. Vale ressaltar que esses processos são contínuos e que não é possível ocorrer a assimilação sem a acomodação.

Compreende-se como acomodação uma modificação dos esquemas de assimilação. Piaget ([1975], 1976, p. 14) salienta que “[...] todo esquema de assimilação é obrigado a se acomodar aos elementos que assimila, isto é, a se modificar em função de suas particularidades [...]”. De tal afirmação retiramos que assimilação e acomodação são processos subordinados e que é necessário um equilíbrio entre eles. Quando o equilíbrio (ainda que momentâneo) se estabelece, podemos sustentar que ocorreu uma adaptação – constância entre assimilação e adaptação.

Existe uma continuidade nesses processos em termos de integração e diferenciação, visto que a assimilação alimenta os esquemas com informações (integração), mas somente as informações não promovem compreensão; assim, em função dessas, dá-se a acomodação, modificando-se os esquemas de assimilação (diferenciação), de maneira que o sujeito esteja, ainda que momentaneamente, adaptado a tal objeto ou situação.

Os processos de assimilação e acomodação necessitam manter-se em equilíbrio e implicar-se; do contrário, caminha-se para o desinteresse em conhecer, como próprio Piaget ([1975], 1976, p. 15) apontava: “[...] levando ao abandono da ação.” Embora estejamos nos pronunciando sobre aspectos densos e teóricos da posição piagetiana, não podemos deixar de pensar nesses postulados e no que acontece, muitas vezes, na escola. Para exemplificar, pensemos em uma atividade oferecida ao aluno: ao receber sua tarefa, ele precisa assimilar o

que é proposto e, igualmente, acomodar os seus esquemas e suas estruturas cognitivas. Caso a atividade esteja muito além de sua realidade, assimilação e acomodação deixam de ser complementares e de estarem em equilíbrio, provocando uma dificuldade em realizar a tarefa escolar, gerando desinteresse. Zaia (2015, p. 149) ratifica: “Para que uma situação seja estimulante e desafiadora deve estar um pouco acima das possibilidades atuais da criança, mas próxima o suficiente para ser compreensível e solucionável.”.

Conforme vínhamos afirmando, o equilíbrio entre esses dois processos é fundamental para a formação da inteligência:

Disso resulta que a equilibração progressiva é um processo indispensável do desenvolvimento e um processo cujas manifestações se modificarão, de estágio em estágio, no sentido de um melhor equilíbrio em sua estrutura qualitativa como em seu campo de aplicação [...]. PIAGET ([1975], 1976, p. 23).

Devemos procurar a fonte dos equilíbrios progressivos nos desequilíbrios, pois são eles que permitem e obrigam o sujeito a passar de seu estado atual para uma forma precedente. Para Piaget ([1975], 1976), os desequilíbrios têm papel motivacional, uma vez que, sem eles, o conhecimento não avançaria. Vejamos, por conseguinte, que seu papel é essencial, mas limitado visto que possuem apenas a função de desencadeamento para a busca de uma nova forma de equilíbrio.

Nesse particular, o desequilíbrio por si só não é responsável pela criação de novidades, mas a capacidade de reequilibrar, no sentido de melhorar, de fato, o equilíbrio anterior. Vejamos que “[...] sem o desequilíbrio, não teria havido “reequilibração majorante” (designando-se assim a reequilibração como melhoramento obtido).” (PIAGET, [1975], 1976, p. 19).

Nesse ponto também podemos nos remeter ao exemplo que anteriormente trouxemos e que faz referência às atividades escolares. Em concordância com os pressupostos piagetianos até o momento expostos, precisamos ter trabalhos escolares que gerem desequilíbrio e que, sobremaneira, sejam fonte de motivação.

Frente às atividades escolares e todas as demais situações exteriores ao sujeito, será preciso fazer inferências, retirar informações do meio, pensar e refletir sobre elas, para que possa ocorrer adaptação deste à situação colocada. O sujeito precisa, portanto, abstrair o mundo a sua volta; a esse respeito, Piaget et al. ([1977], 1995) realizam uma diferenciação entre os tipos de abstração, compreendendo: a abstração empírica, a abstração pseudo-empírica, a abstração reflexionante e a abstração refletida.

A abstração empírica é aquela que tem como suporte os objetos do mundo físico, ou ainda, aspectos de uma ação, tais como puxar, apalpar, pressionar etc. No entanto, mesmo que seu alicerce de conhecimento seja o mundo físico, não se trata de uma leitura pura do mundo exterior, pois para conhecer as propriedades dos objetos e aplicar esquemas de ação para conhecer o mundo, faz-se necessário recorrer à atividade assimilativa do sujeito de conhecimento (PIAGET et al., [1977], 1995).

Por meio da abstração empírica, é possível conhecer a natureza física dos objetos do mundo. Dessa maneira, saber que um objeto é pesado ou leve, que possui, por exemplo, a cor vermelha ou que faz barulho ao apertar, são propriedades que se tornam conhecidas pelo emprego das abstrações empíricas.

A abstração denominada reflexionante, tal qual a empírica, também se apoia nos objetos do mundo exterior, contudo, não para conhecer as propriedades físicas, mas para realizar a coordenação de ações, as quais conferem uma nova possibilidade de conhecimento. Por meio desse tipo de abstração é possível estabelecer relações entre os objetos físicos e sociais do mundo, de acordo com as coordenações fornecidas pelas operações dos sujeitos.

Nesse sentido, afirmar que um objeto possui como característica ser grande ou pequeno torna-se possível pelo emprego de abstrações reflexionantes, uma vez que tais características não estão propriamente explícitas no objeto, mas ocorrem quando, mentalmente, o sujeito é capaz de realizar coordenações que o levam a determinar que tais propriedades implicam na relação “maior que” ou “menor que”, haja vista que sempre algo é grande ou pequeno em relação a um referencial.

Do mesmo modo, a abstração reflexionante emprega-se no mundo social, por exemplo, para compreender o que é um amigo, como funciona uma escola, uma instituição bancária, entre outras temáticas de natureza social, faz-se necessário, a partir dos dados do exterior, conferir-lhes coordenações que possibilitarão inferir sobre relações existentes no mundo social.

Piaget et al. ([1977], 1995) explicam que a abstração reflexionante possui dois processos complementares: o reflexionamento – *réfléchissement* e a reflexão – *réflexion*. O primeiro deles permite que seja levado a um plano superior aquilo que se adquire em um patamar precedente, por exemplo, conceituar uma ação - passar para o plano mental aquilo já realizado no plano prático. A fim de que seja alcançado esse novo plano, é preciso reorganizar o que fora adquirido em uma nova forma de organização, denominada reflexão, sendo complementar e indispensável ao reflexionamento.

O reflexionamento pode ser entendido como assimilação, pois traz a possibilidade de incorporar a novidade ao que o sujeito dispõe, similarmente, ao que acontece no processo assimilativo. A reflexão, por seu turno, aproxima-se da acomodação, porque exige uma reorganização em função das conquistas do reflexionamento, isto é, dos novos elementos trazidos (BECKER, 2014).

Tanto a abstração empírica quanto à abstração reflexionante encontram-se desde o primeiro momento de construção da inteligência e, assim, o bebê pouco a pouco vai conhecendo o mundo à sua maneira, de uma forma prática e sem ainda utilizar esquemas representativos adjacentes ao pensamento. À medida que a inteligência se torna simbólica, ou melhor, quando a reflexão é obra do pensamento, pode existir um novo processo considerado uma reflexão sobre a reflexão, identificado como abstração refletida ou pensamento reflexivo (PIAGET et al., [1977], 1995).

Distingue-se, ainda, outra possibilidade de abstração reflexionante, chamada abstração pseudoempírica. A respeito desta, o sujeito retira as propriedades dos objetos, apoiando-se neles, entretanto, o constatado é colocado no objeto por atividade do sujeito, pela abstração reflexionante. Em Becker (2014, p. 114) temos:

Ao retirar características dos observáveis, não retira o que pertence aos observáveis – como na abstração empírica, mas o que ele, sujeito, colocou neles [...] A bicicleta é um meio de transporte ecológico; a característica “ecológico” não pertence ao objeto-bicicleta; se o sujeito a retirou desse objeto foi porque ele a colocou lá, previamente.

As abstrações pseudoempíricas não podem ser consideradas como abstrações equivocadas, pelo simples entendimento de que o prefixo *pseudo* refere-se a algo não verdadeiro. Ao contrário, por meio delas se realizam construções que se apoiam em resultados constatáveis e que, mais tarde, serão dedutíveis.

As abstrações acompanham todo o desenvolvimento, e o emprego de suas diferentes formas possibilita distintas maneiras de pensar os objetos do mundo físico e social. Em acréscimo, no curso do desenvolvimento, quatro importantes fatores concorrem para explicá-lo: a hereditariedade/maturação interna, a experiência física, a transmissão social/fator educativo e a equilíbrio (PIAGET, 1978).

Desse modo, o fator hereditariedade ou maturação interna é essencial, porque no decurso do desenvolvimento, biologicamente, o corpo humano precisa exercer as funções para as quais foi programado. Assim, crescer, desenvolver-se, reproduzir-se (ou não) e morrer são ações significativas à luz da ótica piagetiana. Entretanto, isoladamente, a maturação não é responsável pelo desenvolvimento abarcado por essa perspectiva.

A esse primeiro fator, soma-se o exercício da experiência física. Ressalta-se que somente a ação não é suficiente, ou seja, não é o exercício de ações que valida a experiência, mas as abstrações que se realizam a partir de tais ações. Piaget (1978, p. 224) esclarece:

Em particular, a lógica da criança não é tirada das ações que se exercem sobre os objetos. O que não é absolutamente a mesma coisa, quer dizer que a parte da atividade do sujeito é fundamental e aí, a experiência do objeto não basta.

Em conjunto com os dois primeiros fatores, coordenam-se as transmissões e as interações sociais (PIAGET, [1970], 2007; PIAGET, 1978; PIAGET; INHELDER, [1966], 2011). No entanto, é necessário compreender uma distinção entre as interações e as transmissões sociais, de sorte que a primeira retrata as relações sociais existentes entre os indivíduos que independem da cultura, enquanto na segunda, as transmissões sociais, levam em conta as singularidades e conteúdos que variam de uma população para outra.

Sobre tal elemento, repousa a importância de que as informações, os conceitos e as convenções sociais sejam passados à criança. No entanto, somente a transmissão ou o ensino puramente verbal não são garantias de desenvolvimento, uma vez que o papel cognitivo do sujeito traduzido em assimilações, acomodações e adaptações precisa ser compreendido e considerado.

Não por acaso, temos o último fator, a equilíbrio, tomado por Piaget ([1975], 1976; 1978) como o fator fundamental e mais importante, haja vista que as conquistas proporcionadas pela maturação biológica, bem como as abstrações inerentes às ações em conjunto com as transmissões sociais necessitam de uma direção em termos de organização que só pode ser proporcionada pela equilíbrio. Assim, “É necessário todo um jogo de regulação e de compensações para atingir uma coerência. Tomo a palavra “equilíbrio”, não num sentido estático, mas no sentido de uma equilíbrio progressiva [...]” (PIAGET, 1978, p. 224).

Logo, a equilíbrio torna-se fator essencial para o desenvolvimento por sua capacidade de organizar todas as outras variáveis – e mais: é por meio dela que se traduz o trabalho ativo do sujeito, pois a ele cabe, em sua possibilidade biológica, organizar e reorganizar os dados da experiência e as transmissões sociais.

Definidos os fatores para que o desenvolvimento tenha possibilidade de acontecer, Piaget e seus colaboradores, em diversas obras, explicam e comprovam, por meio de investigações realizadas com crianças em diferentes partes do mundo, que tal desenvolvimento é, de fato, uma construção revelada em estádios ou períodos de desenvolvimento.

Antes de nos atermos a esses momentos, é relevante esclarecer que o epistemólogo suíço se vale da palavra *stade* (estádio) para explicar seu modelo de evolução do pensamento. Vejamos que na tradução da língua francesa para a língua portuguesa, a palavra *estádio* designa “cada uma das etapas (de uma evolução) [...]”, ou ainda: *stage* (estágio) é o “1. período de estudos prático exigidos por algumas profissões. Estágio pedagógico. 2. Período de formação, de aperfeiçoamento em uma empresa. Estágio prático.” (LE ROBERT, 2017, tradução nossa). Assim, entendemos que *estádio* é o momento ou o lugar no qual existem acontecimentos que integram/caracterizam uma evolução.

No entanto, comumente, em muitas obras traduzidas do francês para o português nós nos deparamos com a palavra *estágio* para designar os estádios da inteligência piagetianos.

Observemos que as definições dadas para a palavra *estágio* remetem à conquista de algo; por exemplo, ao se ter uma formação teórica, mas não ter experiência prática em determinado campo, faz-se um estágio. Sobre isso Macedo (2009, p. 2) pontua:

Se pensamos *estádio* como *estágio*, então faz sentido ler o desenvolvimento e a aprendizagem da criança na perspectiva do que lhe falta, do que ela não tem. Ora, *estádio* em Piaget tem uma característica positiva (é o melhor do que podemos ser em um determinado momento de um processo). *Estágio*, neste outro sentido, representa algo negativo (caracteriza alguém por aquilo que ele não é, que lhe falta ser).

Nos textos piagetianos traduzidos para a língua portuguesa, podemos encontrar *estádio*, *estágio* e *período*. Há de se ressaltar que, independentemente do termo adotado, é necessária a compreensão do real significado desse conceito na obra piagetiana, ou seja, sucessão, integração e pertencimento a estruturas de conjunto, como veremos a seguir. Portanto, julgamos oportuno esclarecer que, no presente trabalho, adotaremos a palavra *estádio* por acreditar ser o termo mais correto para fazer referência aos períodos de desenvolvimento da inteligência.

Piaget (1978) pontuava que tais *estádios* precisam obedecer a algumas características, tais como: uma ordem de sucessão constante, o caráter integrativo entre as estruturas que compõem um *estádio* e aquelas que as precederam/sucederam, o seu relacionamento às estruturas de conjunto matemático e os momentos de preparação e acabamento que correspondem ao processo de *equilibração*.

A respeito da ordem de sucessão, é preciso compreender que não é possível alcançar um *estádio* ulterior sem ter passado pelo anterior. O autor faz uma importante ressalva, relacionada às idades de acesso aos *estádios*:

Podemos caracterizar os *estádios* numa população dada por uma cronologia, mas essa cronologia é extremamente variável; ela depende da experiência anterior dos

indivíduos, e não somente da maturação, e depende principalmente do meio social que pode acelerar ou retardar o aparecimento de um estágio, ou mesmo impedir sua manifestação. (PIAGET, 1978, p. 235).

Isso significa que a ordem dos estádios é invariável, mas a idade na qual eles são alcançados depende dos fatores de desenvolvimento mencionados anteriormente.

Não nos causa surpresa que seja evidenciada a importância do meio social no desenvolvimento da inteligência, haja vista que a teoria piagetiana se pauta na interação entre sujeito e meio, de maneira que sem o meio, isto é, sem fonte de interação (ou sempre as mesmas interações), não há subsídios para que ocorram os desequilíbrios e todos os processos cognitivos deles decorrentes.

No tocante ao caráter integrativo dos estádios, temos que as construções realizadas participam e se tornam integrantes das próximas construções do estágio seguinte. Nesse sentido, não podemos considerar um estágio ulterior como melhor que os demais, uma vez que cada um dos estádios oferece aos indivíduos uma adaptação, ainda que momentânea, às situações propostas em momentos específicos do desenvolvimento e seu avanço só é possível graças às estruturas anteriormente formuladas.

Quanto à especificidade dos estádios, de se assemelharem às estruturas dos conjuntos matemáticos – por se integralizarem diante leis de sua totalidade e não pelo acúmulo de conquistas – conseguimos, pela regularidade das relações estabelecidas, prever a forma de pensamento em determinado estágio, isto é, “[...] podemos determinar todas as operações que ela recobre” (PIAGET, 1978, p. 236).

Dessa maneira, é preciso pormenorizar que, embora por meio das estruturas de conjunto seja possível antecipar a forma de pensamento de um estágio, devemos atentar que ele não se encontra em estado puro, pois existem momentos de preparação e de acabamento do estágio. Por exemplo, na preparação de um estágio novas formas de pensar já se encontram na mente do sujeito, mas dúvidas inerentes à estrutura de pensamento do estágio anterior podem aparecer; já no acabamento, existe a prevalência das estruturas cognitivas do estágio que se vivencia, bem como se percebem novas estruturas em construção características do estágio seguinte, ainda que incompletas.

Até mesmo por isso, Piaget (1978) vai afirmar que, em toda sucessão dos estádios, iremos encontrar distinções entre os processos de formação ou de gênese e das formas de equilíbrios finais, porque durante a gênese da estrutura de conjunto de um período cognitivo, integrações e diferenciações subordinam-se, ao passo que, nas formas de equilíbrio relativo

(pois assimilações e acomodações são constantes), trata-se das estruturas de conjunto, propriamente ditas, do estágio em questão.

Isso posto, abordaremos, a seguir, os estágios de desenvolvimento intelectual.

2.1 Estádios cognitivos

Em diferentes obras, Piaget ([1970], 2007; 1978) e Piaget e Inhelder ([1966], 2011), buscaram explicar o desenvolvimento intelectual por meio do progresso, paulatino, dos estágios: sensório-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal.

O primeiro estágio, denominado sensório-motor, ocorre desde o nascimento até por volta dos dois primeiros anos de idade, antes do aparecimento da linguagem ou outras formas de simbolismo. Nesse estágio, a inteligência é entendida como prática e se desenvolve por meio de inúmeras e diferentes ações.

As conquistas que ocorrem no estágio sensório-motor podem ser subdivididas em seis subestádios², conforme terminologia presente em Piaget e Inhelder ([1966], 2011). O primeiro deles, encontrado no primeiro mês de vida da criança e chamado exercícios reflexos, tem nos reflexos hereditários de nossa espécie a principal, senão única, via de interação do bebê com o mundo. É assim que, com os reflexos de sucção, de preensão palmar, entre outros, o recém-nascido consegue, por exemplo, alimentar-se e, de maneira bastante limitada, interagir com o mundo.

A repetição dos reflexos e o prazer em fazê-los funcionar permite que sejam realizadas integrações entre eles, isto é, o bebê passa a coordenar os reflexos, favorecendo a formação de esquemas de ação. A esse respeito, situações como mamar, sugar e prender refletem avanços proporcionados pelo emprego, no plano prático, de tais esquemas.

Do final do primeiro até por volta do quarto mês, o segundo subestádio do sensório-motor, denominado primeiros hábitos passa a determinar as condutas do bebê. Nesse momento, iniciam-se as reações circulares, isto é, a repetição de esquemas de ação, aqui chamadas de reações circulares primárias, uma vez que são relativas ao próprio corpo. Podemos observar as reações circulares primárias, por exemplo, quando o bebê pega por repetidas vezes seus pés e suas mãos, como um “brincar” com o próprio corpo.

²Na obra de referência (PIAGET; INHELDER, [1966], 2011) a tradução encontrada é *subestágio*, mas utilizaremos *subestádio*, em consonância com as discussões já realizadas anteriormente a respeito da nomenclatura mais adequada para esse conceito.

Em avanço, o terceiro subestádio, o qual tem início, aproximadamente, por volta da segunda metade do quarto mês e mantém-se até o oitavo mês, representa um importante momento do desenvolvimento da inteligência prática relacionado à coordenação da visão e da apreensão, “[...] o que já constitui princípio de diferenciação entre a finalidade e o meio” (PIAGET; INHELDER, [1966], 2011). Nesse momento, também, as reações circulares tornam-se secundárias, nas quais a repetição de condutas se dão menos próximas ao próprio corpo e mais fortemente ligadas ao meio ambiente, tal como, quando observamos um maior interesse da criança não mais em seu próprio corpo, mas em batucar um brinquedo ou agitar um chocalho.

No subestádio seguinte, verificam-se maiores feitos da inteligência prática, nos quais o quesito finalidade começa a compor a ação. Mais adiante, por volta do final do primeiro ano, a criança adentra o quinto subestádio, no qual os meios e fins passam a ser coordenados e dão início às reações circulares terciárias. Um exemplo para tal conquista é a possibilidade de a criança utilizar um objeto para alcançar outro.

Finalmente, o sexto subestádio marca o fim do estágio sensório-motor e a passagem para o pré-operatório. Nesse momento, a criança é capaz de diversificar seus meios para atingir determinados fins, revelando não mais a inteligência prática, mas o início de um pensamento interiorizado.

Em meio às conquistas do sensório-motor, percebe-se no final do segundo ano de vida da criança a presença de condutas que mostram a evocação representativa de um objeto ou acontecimento, momentos os quais desvelam a função semiótica ou função simbólica da criança. Piaget e Inhelder ([1966], 2011) apresentam a imitação diferida, o jogo simbólico, o desenho, a imagem mental e a linguagem como principais aspectos representativos do pensamento interiorizado.

A imitação diferida remete-se àquela imitação que acontece na ausência do modelo. Com efeito, desde o período sensório-motor, a imitação está presente, sobretudo, quando das reações circulares secundárias e terciárias. No entanto, seu exercício se dá quando o real está presente, isto é, a criança é capaz de bater palmas, por exemplo, se um adulto ou outra criança o fizer, em sua presença.

No caso da imitação diferida, presente na conduta pré-operatória, a criança é capaz de repetir gestos, barulhos e acontecimentos, depois de tê-los visto ou vivenciado, não somente na presença do modelo, tal qual uma criança que imita o barulho de um leão dias depois de ter realizado um passeio em um zoológico.

Na verdade, não se trata apenas de fazer o gesto imitativo por pura percepção, porém, de revelar ações que eram possíveis no plano prático, agora no plano do pensamento. Podemos afirmar que a criança pensa, ou melhor, tem representações mentais daquilo que imita.

Da mesma maneira, revela-se na criança pequena o jogo simbólico ou o faz de conta, no qual, principalmente, as situações cotidianas são representadas na brincadeira da criança; por meio desse jogo, ela pode representar infinitas situações. Nessa manifestação pré-operatória, é difícil separar o que é imitação e o que é jogo simbólico, pois são situações intrínsecas, de modo que uma imbrica na outra. A esse respeito, uma ressalva que Piaget e Inhelder ([1966], 2011, p.53) fazem é que o jogo simbólico é “[...] um gesto imitativo, porém acompanhado de objetos que vão se tornando simbólicos.”

Outro elemento que corrobora a existência da função simbólica é o desenho ou a imagem gráfica. Essa conduta evidencia o esforço do pensamento para a representação do real, já que o desenho da criança pré-operatória é considerado realista na intenção, porque nele se insere tudo o que a criança sabe e imagina sobre a situação desenhada.

Ademais, Piaget e Inhelder ([1966], 2011) concebem a imagem mental como mais uma manifestação do pensamento simbólico. As pesquisas piagetianas mostraram que existem dois tipos de imagem mental: as imagens reprodutivas, que são evocações de eventos já conhecidos, e as imagens antecipadoras, as quais se referem aos resultados de uma situação ainda não vivenciada. Tais imagens resultam da imitação interiorizada e se concretizam no jogo simbólico, no desenho e na linguagem da criança.

Outra conduta que se constitui em conjunto com as demais da função simbólica, é a linguagem. Por meio dela, a criança expressa aquilo que pensa, visto que, muito antes dessa forma de manifestação, ela possui inteligência, no plano das ações. Assim, “[...] a linguagem não constitui a origem da lógica, mas pelo contrário, é estruturada por ela.” (PIAGET; INHELDER, [1966], 2011, p. 83).

Vivenciados os estádios sensório-motor e pré-operatório, é possível, por volta dos 7-8 anos, adentrar no estádio das operações concretas – uma nova estruturação do pensamento, que permite o progresso de conservações operatórias e da reversibilidade.

Nesse estádio, temos operações propriamente ditas, uma vez que elas fazem referência às coordenações de ações interiorizáveis e reversíveis (PIAGET; INHELDER, [1966], 2011). No estádio anterior, já era possível a coordenação de ações interiorizáveis, porque o pensamento estava em posse da representação. Todavia, o grande avanço que a construção do

operatório concreto proporciona é tornar o sujeito apto a realizar operações com a capacidade de reversibilidade no plano mental.

Compreender transformações como reversíveis implica a existência de um invariante, seguida de inversões ou reciprocidade, haja vista que “[...] uma transformação reversível não modifica tudo ao mesmo tempo, pois do contrário, seria sem retorno.” (PIAGET; INHELDER, [1966], 2011, p.88).

As operações desse estágio são chamadas de concretas, por ainda dependerem diretamente dos objetos para estruturar a forma de pensamento. Piaget e Inhelder ([1966], 2011, p. 91) ressaltam, ainda, que

[...] as operações concretas estabelecem, portanto, muito bem a transição entre a ação e as estruturas lógicas mais gerais, que implicam uma combinatória e uma estrutura de “grupo” a coordenarem as duas formas possíveis de reversibilidade. Nem por isso deixam essas operações nascentes coordenar-se já em estruturas de conjunto, porém mais pobres e que ainda se processam a pouco e pouco, à mingua de combinações generalizadas.

As estruturas de grupo ou de agrupamento – estruturas de conjunto com propriedades que assim os caracterizam – conferem ao estágio operatório a consolidação das estruturas lógico-elementares de classificação, de seriação e de conservação.

Os agrupamentos operatórios possuem, como propriedades: a composição, na qual uma subclasse é incluída numa classe maior; a reversibilidade ou operação inversa, que possibilita a exclusão de uma subclasse da classe de maior extensão; a associatividade, que faculta ao pensamento associar várias classes próximas, independentemente da ordem, para chegar ao mesmo resultado; a identidade geral, na qual é possível termos um elemento que, somado a qualquer outro (classe nula), não o modifica; e as identidades especiais ou tautologia, isto é, a união de classes, as quais desempenham o papel de identidade – de maneira que a união de qualquer classe com ela mesma em nada modifica (ZAIA, 2015).

Diante de tais propriedades, encontramos uma lógica de pensamento, até então, não vivenciada pelos sujeitos e que modifica suas relações com os objetos do mundo físico e social. Piaget e Inhelder ([1966], 2011) sublinham que, por meio dessa estrutura de pensamento do estágio operatório concreto, ocorre uma estruturação gradual e a coordenação dos pontos de vista, seja no plano da lógica, seja no da vida social.

No entanto, por volta de 11-12 a 14-15 anos, novas equilibrações favorecem a entrada no estágio das operações formais. Essa nova forma de pensamento caracteriza-se, sobretudo, pela possibilidade de desprender-se do concreto e adentrar em um mundo de infinitas possibilidades, conquistadas pela lógica das operações proposicionais.

Quanto ao acesso às operações formais, Piaget e Inhelder ([1966], 2011, p. 118) enfatizam:

A vantagem dessa álgebra reside, principalmente, em ministrar um quadro das potencialidades que pode utilizar um sujeito normal, ainda que nem todos as realizem e ainda que sua atualização esteja sujeita a acelerações ou atrasos, conforme os meios escolares ou sociais.

Ingressar nesse último estágio de desenvolvimento da inteligência é entendido como uma possibilidade, visto que o fator da transmissão social tem papel decisivo, principalmente, em proporcionar desequilíbrios também no plano das hipóteses. Ademais, vale ainda lembrar que as conquistas dos estágios precedentes são indispensáveis para alimentar as novas estruturações que esse momento demanda.

No estágio anterior das operações concretas, elas se apoiam diretamente nos objetos, o que significa dizer que o pensamento se estrutura em razão dos conteúdos disponíveis e não em relação às hipóteses. Assim, no operatório concreto, a forma estava atrelada ao conteúdo, compondo uma lógica de relações, de classes e de números; já nas operações de que agora tratamos, a atualização está na diferenciação dessas relações, haja vista que os conteúdos são ultrapassados, desencadeando e transformando-se em novas formas. Logo, o sujeito passa a pensar acerca de hipóteses que serão testadas em seu imaginário e nas quais ele pode ou não acreditar.

Ampliam-se, portanto, as possibilidades de pensamento, fato que só é possível por meio da atuação da combinatória, porque as operações formais permitem construir ilimitadas relações, de ilimitadas classes. Por seu intermédio, é possível combinar ideias, ideais, aspectos físicos, sociais etc., em função da dedução (PIAGET; INHELDER, [1966], 2011).

Em acréscimo, o pensamento proporcionado pelos agrupamentos operatórios ensejava a existência de inversões e de reciprocidades. Entretanto, agora é possível combiná-los, permitindo a ocorrência simultânea de quatro transformações do grupo INCR: uma direta ou transformação idêntica (I), uma inversa (N), uma recíproca (R) e uma inversa da recíproca ou correlativa (C).

Em posse das operações formais, existe um importante desdobramento revelado em um sujeito capaz de experimentar, algo que nos estágios anteriores não se mostrava possível, posto que no sensório-motor a inteligência era de caráter prático, no pré-operatório a inteligência era intuitiva, deixando-se levar pelas aparências, e, no operatório concreto ela estava a serviço do concreto, confinada no objeto – não havia espaço, até então, para que hipóteses fossem pensadas e testadas.

Diante das características dos estádios, pudemos acompanhar particularidades e modos de pensar distintos. Podemos observar, ainda, o destaque que sujeito e meio têm na construção da inteligência, em qualquer um dos momentos de desenvolvimento.

Quando observamos as conquistas das operações formais, em comparação com as operações concretas, podemos perceber que, sobretudo, as possibilidades proporcionadas por tal estrutura de pensamento são responsáveis por uma nova forma de compreender e lidar com as situações do mundo. Dessa forma, sob intervenção das estruturas formais, o sujeito tem possibilidade de lidar com os conteúdos escolares de modo singular e condizente com as exigências da perspectiva científica, trabalhada nos conteúdos escolares do ensino de Ciências.

Vejamos que um aluno, ainda em posse de operações concretas, exige que tenhamos situações escolares que se apoiem nessa particularidade. Nesse sentido, uma aula com modelos, figuras, esquemas e experimentação faz mais sentido do que as aulas que se apoiam na verbalização. Entretanto, as operações formais fazem com que o sujeito se coloque em relações de coordenações de perspectivas e de deduções para além do observável – elementos essenciais para a compreensão da perspectiva científica.

Assim, não nos causa estranheza que alunos com estruturas de pensamento do estágio operatório concreto apresentem certa dificuldade para compreender conteúdos de natureza formal. Foi o que pudemos ver, em nossa prática enquanto professora das disciplinas de Ciências e de Biologia, na qual vivenciamos que muitos conteúdos, especialmente, os mais próximos das ciências físicas e químicas, eram de difícil entendimento para nossos alunos.

2.2 A posição piagetiana para a construção do pensamento científico e as relações causais

Partindo dessa premissa, no estudo de Piaget e Garcia ([1983], 2011) a respeito da evolução das ideias científicas na história das ciências, nós nos deparamos com a posição piagetiana para a construção do pensamento científico.

[...] o sujeito, partindo de níveis muito baixos, composto por estruturas pré-lógicas, alcançará normas racionais isomorfas, às das ciências em seus primórdios. Compreender o mecanismo dessa evolução das normas pré-científicas até a sua fusão com as do pensamento científico incoativo é, de fato, um problema incontestavelmente epistemológico [...] (PIAGET; GARCIA, [1983], 2011, p. 20).

Isso faz crer que existe uma analogia entre as formas de evolução do pensamento científico, ao longo da constituição dos distintos campos da ciência e a maneira como a criança desenvolve seu pensamento em direção a modos de pensar mais complexos e objetivos.

Para defender essa tese, Piaget e Garcia ([1983], 2011) identificam dois mecanismos de passagem comuns à história das ciências e à psicogênese: o primeiro deles é concernente às ideias gerais acerca da construção do conhecimento (as quais já exploramos anteriormente) e que diz respeito à integração das construções de um plano inferior em um plano superior.

O segundo mecanismo faz-se presente na tríade relacional dos aspectos *intraobjectal*, *interobjectal* e *transobjectal*, nos quais o domínio *intra* se associa à análise dos objetos, o *inter* ao estudo das relações e transformações e o *trans* à construção de estruturas. Para Piaget e Garcia ([1983], 2011, p. 51), “[...] a sucessão obrigatória dos *intra* aos *inter* e, finalmente, aos *trans*, mostra claramente o caráter construtivista e dialético da atividade cognitiva [...]”.

No campo *intraobjectal*, quando o sujeito está diante de uma novidade (um objeto físico, um acontecimento etc.), ele precisa assimilar e acomodar as novas informações disponíveis às suas estruturas cognitivas, ou melhor, a seus esquemas de ação ou de conceito. Invariavelmente, os novos esquemas advindos da assimilação e acomodação individual não irão permanecer isolados, pois novas incorporações do real serão efetivadas compondo diferentes sistemas e subsistemas – é nesse ponto que se observa o caráter *interobjectal*. Todavia, as relações entre os sistemas e subsistemas se multiplicam em diferenciações e integrações, culminando no desenvolvimento de estruturas formadoras de conjunto, características do nível *transobjectal* (PIAGET; GARCIA, [1983], 2011).

No estudo de Resta-Schweitzer (2011) sobre a passagem dos domínios *intra* e *inter* nas explicações causais sobre os fenômenos físicos da formação das sombras, em crianças de 5 e 6 anos, verificou-se que a atividade *intraobjectal* se apresenta quando o sujeito retira as características físicas das sombras, tais como sua cor, seu tamanho, sua forma e localização, e, a partir disso, pode-se afirmar, por exemplo, que para acontecer a sombra é preciso “um pouco de luz e algum objeto preto.” (p. 136, tradução nossa).

Ainda nesse exemplo, somente as inferências proporcionadas pelo mecanismo *intraobjectal* não levam à compreensão do real, isto é, do motivo para a formação das sombras. Existe, portanto, uma necessidade de avanço ao domínio *transobjectal*, no qual as características físicas estarão em um plano relacional, como podemos acompanhar na fala de uma criança, ao afirmar, que para a ocorrência das sombras, “[...] nós precisamos do Sol, da

luz e algo não transparente. A luz, não pode atravessar ele e isso faz a sombra” (RESTA-SCHWEITZER, p. 137, tradução nossa).

Nos exemplos citados, acompanhamos que as interações entre o meio exterior e as estruturas do sujeito proporcionam distintas explicações sobre uma realidade ou acontecimento físico. Torna-se interessante, neste ponto, compreendermos de que maneira acontece a passagem do fato às explicações causais, ou melhor, dos observáveis aos modelos de explicações presentes no conhecimento científico – alvo da educação em Ciências.

Um fato relaciona-se tanto a situações passíveis de observações, por exemplo, o movimento aparente do Sol, ou a um acontecimento qualquer, tal como a ocorrência do dia e da noite. Ressalta-se que um fato não é advindo da pura percepção, uma vez que é produto de interação entre o sujeito e o objeto a ser conhecido. Para justificar tal interação, Piaget e Garcia ([1983], 2011) destacam o quão importante é a parte do sujeito, na interpretação do fato, pois ela é capaz de deformar ou desfigurar o objeto ou o acontecimento, em razão de uma interpretação equivocada.

A noção de fato precede a interpretação legal e causal. Para que ocorra esse progresso, é preciso que a generalização intervenha, de maneira a fornecer o reconhecimento de fatos isolados em um contexto de fatos gerais, os quais se assemelham a uma lei. Mesmo em níveis elementares, é possível a generalização de fatos em leis, quando, por exemplo, vemos um bebê descobrir que qualquer objeto suspenso pode ser balançado (PIAGET; GARCIA, [1983], 2011).

O inverso também pode ocorrer, isto é, uma lei também pode se confinar em um fato geral, quando sua generalização for somente de natureza indutiva e não se inserir em um sistema de relações. Nesse caso, podemos aplicar uma lei física (forma) a um conteúdo, mas, se esse emprego for apenas a subordinação da forma aos conteúdos estaremos diante, não de uma relação causal, propriamente dita, mas de uma relação legal (PIAGET; GARCIA, [1983], 2011).

A título de exemplo, a relação de legalidade pode acontecer, quando aplicamos uma fórmula qualquer para resolver um exercício de física, matemática ou outras ciências, mas sem uma compreensão maior do que a fórmula e seu emprego representam, haja vista que se busca apenas ao resultado verificado e não ao que ele explica.

A causalidade difere da noção de fato e das explicações legais, por aproximar-se do sistema de explicações, ou melhor, de um modelo explicativo e não do emprego de leis gerais:

As leis físicas se concentram sobre relações observáveis. As causas não são observáveis. As leis são de relações gerais, as causas de relações necessárias. As leis mesmo as mais gerais podem permanecer isoladas, enquanto as explicações causais

formam um sistema no qual elas retiram suas necessidades (BOVET; PARRAT-DAYAN; VONÈCHE, 1986, p. 617).

Por sua vez, as explicações causais são compreensões dos fenômenos materiais de natureza física que se preocupam em fornecer uma elucidação do que produzem os objetos, quando atuam um sobre o outro (PIAGET; GARCIA, [1983], 2011).

Existe um progresso da causalidade e das explicações causais as quais podem ser acompanhadas em três níveis – I, II e III – ligados à lógica pré-operatória, operatória concreta e operatória formal, respectivamente. A passagem do nível I ao nível III decorre de um processo análogo ao que temos, em termos de construção operatória, posto que, tanto nas relações operatórias quanto causais, faz-se presente um processo de descentração, isto é, na compreensão que os objetos existem independentemente de nós, bem como se relacionam de maneira própria e de modo alheio à nossa vontade (PIAGET; GARCIA, [1971], 1973).

No entanto, até o alcance dessa compreensão objetiva da relação entre os objetos, adentra-se em diferentes momentos de causalidade que são provenientes da interação entre as composições operatórias e da estruturação da causalidade. Isso implica que estamos diante de uma relação de dupla entrada, na qual não existe supremacia das operações (sujeito) ou da causalidade (objetos), todavia, de elementos que se favorecem mutuamente (PIAGET; GARCIA, [1971], 1973):

Qualquer explicação causal, da mais simples a mais complexa consiste em atribuir ao universo o nível de operatoriedade cognitiva do sujeito. A interpretação proposta por Piaget é que a explicação causal consiste na utilização de operações pelo sujeito, permitindo-lhe a criação de modelos que poderá atribuir às relações observadas entre os objetos. (PARRAT-DAYAN, 2006, p. 26).

Além disso, para Bovet, Parrat-Dayan e Vonèche (1986), a causalidade é um misto do emprego de algumas operações do sujeito a objetos, dos quais o sujeito retira certas propriedades. Entretanto, não se trata do simples emprego da lógica do sujeito aos objetos. Mais uma vez, em nossa pesquisa anterior (MANO, 2013), por ocasião da situação da flutuação dos corpos, pudemos verificar que, mesmo diante da conservação da substância, da massa e do volume, para se chegar ao conceito de densidade, os sujeitos precisam realizar coordenações próprias que não são dedutíveis somente por emprego da lógica, tratando-se de relações organizadas mentalmente por meio das imposições do objeto.

Com efeito, desde o estágio sensório-motor, estamos inseridos em um sistema de causalidade. Observa-se que os pequenos exibem interesse em estabelecer relações de causa e efeito entre eles e os objetos do mundo. É assim que, no avançado das reações circulares

primárias, secundárias e terciárias podemos identificar o progresso da causalidade na criança bem pequena.

É oportuno frisar que, a esta altura, estamos diante de uma causalidade inicial que acontece numa completa ausência de compreensão das conexões existentes entre os objetos do mundo e destes com a ação do sujeito. Dongo-Montoya (2015) alerta que esse início não é proveniente, simplesmente, dos hábitos da criança por uma simples sucessão de fatos, haja vista que essa primeira forma de causalidade provém da criança e de suas ações, numa relação fenomênica e de caráter antropocêntrico – os objetos do mundo se relacionam subordinados à sua vontade e atividade.

Como a causalidade principia pela ação do sujeito sobre os objetos, é importante compreender que essas atividades desvelam a construção de dois tipos de realidade: uma de natureza física e outra de natureza lógico-matemática.

Ambos os conhecimentos se originam a partir da ação do sujeito, porém, diferenciam-se em seus produtos. É assim que o conhecimento físico, por meio de ações empregadas (pegar, apalpar, cheirar etc.), produz o conhecimento das características físicas dos objetos (espessura, forma, odor etc.), ao passo que o conhecimento lógico-matemático também se origina na ação, mas dela retiram-se possibilidades de coordenações mentais que conferem aos objetos realidades não presentes por si só.

Piaget e Garcia ([1971], 1973, p. 25, tradução nossa) elucidam que “[...] a causalidade comporta, assim, como as construções geométricas e as funções, uma mescla de abstrações simples que proporcionam dados e abstrações refletidas que intervêm na elaboração do modelo.” Dessa afirmação, destaca-se que os conhecimentos provenientes de construções físicas e lógico-matemáticas concorrem para a formação da explicação causal. Vejamos mais uma vez:

Toda a evolução da causalidade, no transcurso do desenvolvimento individual, é dirigida, então, por estes dois processos: um processo de objetivação, que consiste em se liberar das próprias centrações subjetivas, e outro, de substituir a aparência empírica pela descoberta de transformações mais profundas, não perceptíveis, mas deduzidas operatoriamente [...] (DONGO-MONTOYA, 2015, p. 222).

As contradições e, por conseguinte, os desequilíbrios provenientes da experiência empírica de conhecimento físico, em conjunto com as antecipações do sujeito, por estruturações no plano do pensamento, conduzem à formação de novas inferências, as quais possibilitam novas formas de explicação causal.

Nesse caso, toda explicação causal necessita de certa estrutura lógico-matemática, todavia, não se “descobrem” as relações causais pelo simples emprego de operações lógico-matemáticas. Ressaltamos, mais uma vez, que esta não é uma relação de legalidade, na qual se

realiza a mera aplicação de leis. Ao contrário, no sistema de explicação causal, as inferências, as deduções e até mesmo novas construções lógico-matemáticas são advindas da relação sujeito e objetos (PARRAT-DAYAN, 2006).

Na medida em que as relações causais se tornam mais bem estruturadas, elas desprendem-se da obrigação de aplicar uma forma lógico-matemática a um conteúdo, conforme expõem Piaget e Garcia ([1983], 2011, p. 41): “[...] é o próprio conteúdo que se torna o centro e a fonte das conexões necessárias.” Em consequência, o conteúdo é estruturante em si mesmo e sedia uma forma própria de explicar a causalidade em termos de necessidade.

No decorrer das explicações causais, temos um momento inicial explicado pelo fenomenismo e egocentrismo latente na criança. Para Piaget ([1926], 2005, p. 113), “As formas mais primitivas da causalidade na criança parecem, de fato, decorrentes de uma confusão entre realidade e pensamento [...]”

Logo, a criança age como se acreditasse que ela é o centro dos fenômenos causais, e sua participação em tais fenômenos acontece de forma mágica. Piaget distingue ([1926], 2005) quatro categorias para o emprego da magia, aqui concebida como um sentimento de participação na realidade, de tal modo que é possível modificá-la: magia por participação entre os gestos e as coisas; magia por participação entre o pensamento e as coisas; magia por participação entre as substâncias e magia por participação entre intenções, presentes no Quadro 1, na sequência

Quadro 1 - Sentimentos de participação nas relações causais: tipos de magias

Tipos	Magia por participação entre os gestos e as coisas	Magia por participação entre o pensamento e as coisas	Magia por participação entre as substâncias	Magia por participação entre intenções
Definição	Uma ação (gesto ou no plano mental) tem influência sobre um evento	Um pensamento, um olhar ou uma palavra podem modificar a realidade	Dois corpos agem um sobre o outro – uso desses corpos para agir sobre outros	Os corpos são dotados de vida e de intenções (animismo)
Exemplo	Dar três pulinhos, e, por meio disso, encontrar um objeto perdido	Falar uma “palavra mágica” para uma porta abrir-se	Jogar um jogo de tabuleiro sempre com a cor de pão que outrora “ganhara” partidas anteriores	Acreditar que os astros nos seguem porque querem, ou porque nós assim queremos.

Fonte: PIAGET ([1926], 2005, p. 113-128).

Os distintos sentimentos de participação e de magia na criança se dão principalmente, em função do egocentrismo expresso em realismo, pelo qual existe uma não diferenciação entre os sentimentos e o mundo exterior, de sorte a se tomar a perspectiva pessoal como objetiva e real. Assim, essa tendência, provoca a passagem unilateral das relações sociais, com as pessoas ao seu redor, para o mundo físico (PIAGET, [1926], 2005).

Além do realismo, os primórdios das explicações causais valem-se de formas de pensamento animistas – as quais aparecem na atribuição de vida e consciência a objetos (fabricados e naturais) – e artificialistas, isto é, na tendência em acreditar que os objetos do mundo são produto da fabricação humana ou divina.

No decurso da causalidade, o animismo vem, em um primeiro momento, a fim de explicar o acaso contido nos eventos do mundo e, posteriormente, justifica-se para explicar a regularidade das coisas, presentes no determinismo físico.

De fato, por um lado, sem ter distinguido o psíquico do físico, a criança vê todo o fenômeno físico como estando pleno de intenções, por outro, a criança concebe toda a natureza como obediente a todas as pessoas e seus pais. (PIAGET, [1926], 2005, p. 135).

Por conseguinte, inicialmente, o animismo alia-se a uma necessidade moral, ou melhor, as coisas acontecem por uma obrigação contida em regras morais ou sociais, como, por exemplo, “[...] o rio avança para nos dar água.” (PIAGET, [1926], 2005, p. 185). Acreditar que o rio tem seu curso para fornecer água revela um pensamento que, para além do animismo, encerra-se no finalismo – na crença de que tudo existe para uma finalidade. Nesse caso, vê-se que a ideia de finalidade se distancia das regularidades físicas presentes nas explicações causais de ordem operatória.

Mais à frente, os movimentos e legalidades do mundo natural, tal qual no exemplo do avanço das águas, distanciam-se da obrigação moral em direção a uma obrigação física. Diante disso, o pensamento animista declina e os fenômenos do mundo físico e natural passam a ser compreendidos em suas propriedades e nas relações que podem ser estabelecidas entre elas.

Nos primórdios da causalidade, ainda que pareça bastante dual acreditar que as coisas são dotadas de vida e de consciência e, por outro lado, elas são fabricadas, o animismo aparece em uma relação complementar com o artificialismo.

Para explicar essa relação, recorremos ao exemplo do próprio Piaget ([1926], 2005), a respeito de uma criança que diz que Deus acendeu um fósforo e fez surgir a Lua (artificialismo) e ela cresce, porque nós crescemos (animismo). Nessa relação intrínseca entre

animismo e artificialismo, nota-se que o princípio das explicações causais parte da confusão entre a lógica ou a moral com o plano físico. Vejamos que se, na concepção da criança, a Lua “cresce porque crescemos”, para ela é lógico que os astros crescem da mesma maneira que os humanos, em uma analogia entre os acontecimentos dos seres vivos com os demais objetos do mundo.

Como vínhamos argumentando, o pensamento da criança atravessa diferentes momentos de explicações causais. Pouco a pouco, animismo e artificialismo vão declinando, sendo substituídos por explicações naturais:

O artificialismo integral, nascido das participações primitivas, cede lugar ao artificialismo mitigado, e este é substituído finalmente pelas explicações naturais, primeiramente, dinâmicas e finalistas (artificialismo imanente) e, mais tarde cada vez mais mecânicas. (PIAGET, [1926], 2005, p. 230).

O artificialismo integral traz a ideia de que os objetos do mundo foram produzidos por fabricação humana, sendo o artificialismo difuso na compreensão de que o homem controla a natureza ou, ainda, pelo artificialismo mitológico, a ideia de que esse controle é realizado por uma divindade.

Todavia, por volta de 7-8 anos a 9-10 anos, a ideia de fabricação humana coloca-se como um problema, a partir do qual, tem-se o começo de uma nova forma de artificialismo, o mitigado. Ele coloca-se como um meio caminho entre as explicações artificialistas integrais e as explicações de caráter natural.

Assim, os homens podem ter fabricado algo, mas seu processo de manutenção é algo natural, por exemplo, o homem pode ter criado as nuvens, mas as chuvas são de origem natural e justificadas pelo ciclo da água. Nesse momento, animismo e artificialismo deixam de ser complementares e assumem uma perspectiva contraditória, visto que “[...] os corpos fabricados deixam de ser concebidos como vivos e os corpos vivos cessam de ser concebidos como fabricados” (PIAGET, [1926], 2005, p. 301).

Em progresso, entre 9-10 anos, uma nova forma de explicações causais aparece sob a forma do artificialismo imanente, no qual a fabricação é atribuída à própria natureza. Isso implica a exclusão total da ideia de uma fabricação humana, embora o artificialismo que outrora era integral, seja repassado aos elementos naturais revestido de finalismo, como, por exemplo, “o Sol tem seus raios para nos aquecer”. Interessante notar que, em tais explicações, o artificialismo ganha uma nova forma, e o animismo, ainda que menos explícito, alicerça o finalismo.

Somente com o declínio das tendências animistas e artificialistas, as explicações propriamente físicas ganham notoriedade no pensamento das crianças e adolescentes. De acordo com Piaget ([1926], 2005), essa possibilidade de pensar as situações causais de modo mais objetivo tem origem em fatores de natureza social e individual. Na esfera social, passa a ser claro que o homem não é o responsável por dominar as leis do mundo e não pode ser o construtor das regularidades naturais. Ademais, no aspecto individual, a socialização do pensamento e a diminuição do egocentrismo corroboram as explicações que se aproximam da natureza operatória, numa compreensão de que as relações causais comportam reciprocidade entre os objetos, a qual em nada se relaciona com o sentimento de participação e a projeção de características humanas para explicar o mundo.

2.3 Aprendizagem e desenvolvimento

No decorrer de nossa explanação a propósito de aspectos gerais da Epistemologia Genética de Piaget, tentamos abordar as principais características que a tornam uma teoria do conhecimento. De maneira incontestável, quando tratamos de conhecimento existe a necessidade de associá-lo à aprendizagem e, comumente, nos indagamos sobre as relações entre desenvolvimento e aprendizagem. Afinal, estas são variáveis intimamente ligadas ou independentes?

Para resolver essa questão, é necessário, primeiramente, compreender o que é aprendizagem na perspectiva piagetiana. Piaget e Greco ([1959], 1974, p.40) declaram que aprendizagem

[...] é um processo adaptativo se desenvolvendo no tempo, em função das respostas dadas pelo sujeito a um conjunto de estímulos anteriores e atuais. Está claro então que segundo a maneira pela qual interpretamos a ação dos estímulos sobre o comportamento do sujeito assim como a natureza das respostas dos sujeitos [...] encontramos todos os problemas epistemológicos centrais das relações entre o sujeito e o objeto.

A aprendizagem decorre de interações entre sujeito e objeto, sendo constituída ao longo do tempo. Nesse sentido, ao contrário das principais teorias de sua época, a aprendizagem não é algo mecânico que ocorre, em linhas gerais, pela percepção ou por simples associação e repetição de comportamento, como até então se acreditara.

Interessante ressaltar a posição de Piaget a respeito da percepção, pois conforme sua concepção, jamais a percepção acontece em estado puro, pelo mero emprego de nossas vias sensoriais para perceber e apreender o mundo. Dessa forma, ela não se reduz a uma imposição

de dados do exterior ao sujeito, mas comporta um quadro ativo, no qual o emprego de assimilações e acomodações é responsável por interpretar o conteúdo proveniente da percepção.

Ora, o resultado de nossas investigações, que se dirigiram antes de tudo aos mecanismos perceptivos, foi que, mesmo no nível da percepção, a “leitura” não é nunca um simples registro, mas supõe em toda situação uma esquematização no sentido de uma assimilação do dado a esquemas comportando uma atividade do sujeito e por conseguinte uma parte de inferência ou pré-inferência. (PIAGET; GRECO, [1959], 1974, p. 39).

Assim, Piaget e Greco ([1959], 1974) defendem a existência de uma lógica que respalda a aprendizagem, sendo esta a condição preliminar de toda aquisição que se dá em função das experiências ou, em outras palavras, das interações entre sujeito e objeto de conhecimento. Nessa compreensão, cada estágio cognitivo possui uma lógica própria, e são suas características que determinam as possibilidades de aprendizagem. Para exemplificarmos, vimos que a lógica das operações concretas é diferente da lógica das operações formais, e é sob a forma de pensar, particular de cada estágio, que os conteúdos da experiência poderão ser interpretados.

Piaget e Greco ([1959], 1974) fazem uma importante distinção quanto às diferentes formas de aprendizagem. Disso advém a existência de uma aprendizagem no sentido *lato* (amplo) e uma aprendizagem no sentido *stricto* (restrito).

No sentido *stricto*, estão as aprendizagens adquiridas em função da experiência, seja ela física, seja lógico-matemática ou social. Podemos ressaltar que criar uma escala com bolinhas de isopor para representar o tamanho dos planetas, memorizar seus nomes e refletir sobre sua posição em relação à órbita da Terra são exemplos de aprendizagem no sentido restrito. No entanto, trata-se de aprendizagens limitadas à lógica de cada um dos estágios cognitivos.

Ademais, sobre a aprendizagem em sentido restrito, temos que ter a clareza de que não é ela que explica o desenvolvimento, de forma que não podemos atribuir a promoção desse último ao acúmulo de diversas aprendizagens do tipo *stricto*. Certamente, elas são importantes, não por sua somatória, mas por serem fontes de interações e desequilíbrios.

Inhelder, Bovet e Sinclair (1977) constatam, em suas pesquisas, que, alimentando os esquemas do sujeito com aprendizagem de sentido *stricto*, é possível ampliar as ações e as atividades mentais do sujeito e, desse modo, possibilitar elaborações de níveis superiores.

Assim, da combinação entre as aprendizagens de sentido restrito com os processos de equilíbrio por ela desencadeados, é que se compreende a aprendizagem em seu sentido

amplo, *lato*. Dessa forma, a aprendizagem em sentido *stricto* busca proporcionar ao sujeito o sucesso na ação e na operação; já o sentido *lato* permite que leis gerais sejam encontradas e, por conseguinte, sua generalização para quaisquer que sejam os conteúdos.

Podemos ilustrar tais aprendizagens com a situação da flutuação dos corpos, a qual fez parte de nossa pesquisa anterior de Mestrado (MANO, 2013). No sentido restrito, por meio da organização mental das características físicas dos objetos (e que se dão por aprendizagem restrita) é possível prever que certos tipos de objetos irão afundar ou flutuar na água. No entanto, somente é diante da lei geral da flutuação dos corpos – possibilitada pela compreensão acerca da densidade e das variáveis massa/volume do objeto adjacentes ao entendimento de tal lei física – que se torna possível aplicá-la a diferentes situações, com diferentes materiais, sem hesitação.

Ainda sobre a distinção das formas de aprendizagem, Becker (2013, p. 54, grifo nosso) enfatiza:

A aprendizagem entendida como reconstrução dos “instrumentos lógicos” ou das formas ou estruturas da atividade cognitiva humana, ou a capacidade de “aprender a aprender”, é chamada por Piaget de aprendizagem no sentido amplo (*lato sensu*), **em oposição a aprendizagem no sentido convencional**, do senso comum, no sentido de mera aquisição, de estocagem (*aprendizagem stricto sensu*).

Em nossa experiência empírica, por anos nos encarceramos nessa visão de estocagem e por muitas vezes foi necessário “correr com a matéria”, na crença de que a aprendizagem estava associada à transmissão de nossa parte e ao armazenamento de (muitos!) conteúdos, pelos alunos. Cabe, em consequência, nos desprendermos dessa visão e situar a aprendizagem em sentido restrito, como uma forma de aquisição da aprendizagem, mas não única.

Piaget e Greco ([1959], 1973) salientam que a maturação, a percepção, a compreensão imediata, a indução, as equilibrações e as deduções são, igualmente, modos que ensejam aprendizagem. Cada uma desses modos pode estar mais ou menos presente, de acordo com o aparato cognitivo existente. Por exemplo, a percepção e a compreensão imediata são formas de aprendizagens associadas ao pensamento pré-operatório, ao passo que as deduções estão ligadas aos instrumentos operatórios.

Mais uma vez, ao pensarmos nas contribuições desses postulados ao ensino acreditamos na maior necessidade de lançarmos nossos esforços para a aprendizagem no sentido *lato*, a qual se funde com o desenvolvimento. É nessa perspectiva que corroboramos a reflexão de Becker (2013), a qual admite que a escola precisa preocupar-se mais com a forma do que com conteúdos, no sentido de fornecer situações que permitam mais ação e invenção e menos repetição e cópia.

As funções da inteligência estão ligadas a compreender e inventar; tais ações são desencadeadas por meio da criação de estruturas que vão organizando o real, como podemos acompanhar nas palavras de Piaget ([1976], 2015, p. 26): “Conhecer um objeto é agir sobre ele e transformá-lo, aprendendo os mecanismos dessa transformação vinculados com as ações transformadoras.”.

Diante dessa afirmação, é possível inferir que tanto a aprendizagem quanto o desenvolvimento são situações que requerem do sujeito atividade, isto é, faz-se necessário que o sujeito de conhecimento seja ativo. Vejamos que, se temos um sujeito em movimento, em invenção e criação, precisamos oferecer-lhe uma metodologia de ensino coerente com essas premissas.

Os pressupostos piagetianos para o desenvolvimento humano, inegavelmente, influenciam ideais necessários no âmbito da educação. A escola e os agentes envolvidos na educação precisam conhecer e oferecer um modo de educar que se distancie da passividade e se aproxime de um ambiente que favoreça a construção de conhecimentos. As contribuições da Epistemologia Genética nos auxiliarão a refletir sobre as práticas pedagógicas.

2.4 Sobre os métodos ativos

Piaget ([1976], 2015) faz distinção entre os métodos de ensino, na qual apresenta os métodos receptivos ou de transmissão pelo mestre, os métodos programados e as máquinas de aprender, os métodos intuitivos e os métodos ativos. Em cada um desses tipos de trabalho escolar existe um diferente posicionamento em relação ao esperado do professor e do aluno.

Nos métodos receptivos ou de transmissão pelo mestre, como a própria denominação indica, existe grande ênfase na transmissão do professor para o aluno. Dessa maneira, as lições escolares são programadas de acordo com as intenções do professor e em consonância com o que ele acha importante que o aluno aprenda.

Becker (2012) afirma que esse modelo pedagógico, o qual também pode ser chamado de pedagogia diretiva, pauta-se em pressupostos filosóficos do empirismo, uma vez que a postura de transmissão de informações reflete uma concepção de que o conhecimento se estrutura de fora para dentro, ou melhor, pela internalização de elementos exteriores.

Na sala de aula, os professores que se munem (ainda que não deliberadamente) desse modo de educar favorecem a exposição verbal, em detrimento de outras intervenções

pedagógicas, haja vista que, por essa concepção, compreende-se que a transmissão tem papel primordial na aprendizagem.

De acordo com essa concepção, o papel do aluno é limitado, de maneira que seus interesses e sua forma própria de construção de conhecimentos não são levados em conta, ou são pouco considerados. A ele cabe ouvir as lições e internalizá-las, absorvê-las e acumulá-las. Se ele não aprende é porque não prestou atenção ou porque o professor não deu uma “boa aula”.

Outro método de ensino relaciona-se aos métodos programados e às máquinas de aprender, nos quais, por meio de reforçadores externos, esperava-se selecionar comportamentos desejáveis. Tais métodos apoiam-se nas leis gerais de aprendizagem, na perspectiva do behaviorismo radical, proposto pelo psicólogo norte-americano B. F. Skinner (1904-1990) (CARRARA, 2004).

Com efeito, os métodos programados preconizavam o acúmulo de comportamentos desejáveis instaurados nos alunos, por intermédio de controles do professor ou de máquinas de aprender, criadas nos anos 1950 por Skinner e seus seguidores (CARRARA, 2004). Assim, em passo a passo, as lições são verbalizadas e, utilizando-se de reforçadores positivos ou negativos, as respostas certas a determinada atividade e comportamentos em sala de aula, vão sendo moldados pelo professor.

Nesse caso, também assistimos a um aluno passivo, à mercê de controles externos. Tal qual no ensino por transmissão, mais uma vez, suas vontades e interesses são substituídos pelo desejo exterior de adultos e mestres.

Um terceiro tipo de método de ensino faz referência aos métodos intuitivos. Essa forma de trabalho em sala de aula avança em comparação aos métodos confinados na transmissão verbal por oferecer o apoio de objetos concretos, imagens e filmes, para a formação dos conhecimentos.

No entanto, Piaget ([1976], 2015) faz críticas a esse modelo de ensino, afirmando que “[...] os métodos intuitivos apenas substituem [...] o verbalismo tradicional pelo verbalismo mais elegante e refinado.” (p. 67). Nessa perspectiva, atribui-se um grande valor às ações puramente manipulativas de objetos concretos, as quais, aparentemente, remetem à valorização de um sujeito ativo, contudo, imagina-se que a ação sobre o mundo acaba por se reduzir a um processo figurativo, no qual a manipulação é capaz de produzir uma cópia fiel do mundo exterior, excluindo-se os processos mentais de ordem lógico-matemática, ligados à criação e à invenção.

Atenta-se para o fato de que preconizar a ação não é suficiente para atingir um progresso operatório, porque se trata apenas da manipulação ou de demonstrações exteriores e figurações acabadas (PIAGET, [1976], 2015). Em acréscimo, enfatizamos o quão insuficiente torna-se o trabalho docente ao ofertar ações programadas e pré-estabelecidas, em detrimento da curiosidade e espontaneidade.

Um último tipo de método elencado por Piaget ([1976], 2015) são os métodos ativos, vistos por ele como um trabalho pedagógico que se diferencia dos demais apresentados por ser, de fato, ativo e em consonância com sua perspectiva de desenvolvimento:

Na medida em que, pelo contrário, a infância é considerada como dotada de uma atividade verdadeira e o desenvolvimento do espírito é compreendido em seu dinamismo, a relação entre os indivíduos a educar e a sociedade torna-se recíproca: a criança tende a se aproximar do estado adulto não mais recebendo totalmente preparada a razão e as regras da boa ação, **mas conquistando-as com seu esforço e sua experiência pessoais**; em troca, a sociedade espera das novas gerações mais do que uma imitação: espera enriquecimento. (PIAGET, [1976], 2015, p.124, grifo nosso).

Na citação de Piaget, optamos por reforçar o que se espera dos métodos ativos: a atividade do sujeito. Quando abordamos os métodos intuitivos, observou-se um primeiro início de compreender a importância da ação, mas que não caminha em direção ao papel da ação compreendido pela Epistemologia Genética.

As concepções que inspiraram a sistematização dos métodos ativos aparecem, no decorrer da história da pedagogia, nas idealizações de diversos teóricos da educação e seus desdobramentos. Assim, Sócrates, quando alude à importância da atividade do aluno; Rousseau, quando lança seu olhar ao natural desenvolvimento da infância; Pestalozzi, quando sistematiza o ensino para o desenvolvimento real do espírito; Herbart, na tentativa de empregar técnicas educativas a serviço das leis da psicologia; Montessori, Dewey, Claparède e Decroly, também no emprego de técnicas pedagógicas como aliadas ao desenvolvimento, ofereceram caminhos que culminaram na necessidade de uma escola ativa que se adaptasse à criança (PIAGET, [1976], 2015).

Das descobertas desses autores e de muitos outros, a educação pôde lançar seu olhar para quatro pontos essenciais e que validam o emprego dos métodos ativos: a significação da infância, a estrutura do pensamento da criança, as leis de desenvolvimento e de funcionamento da vida social infantil. Somente assim “[...] a escola moderna, ao contrário, apela para a atividade real, para o trabalho espontâneo baseado na necessidade e no interesse pessoal.” (PIAGET, [1976], 2015, p. 136).

A escola ativa propõe-se colocar, em vias práticas, o que acompanhamos quando discorremos sobre o desenvolvimento humano, isto é, oportuniza que o esforço venha do aluno e por meio de seu interesse para conhecer. Assim, os métodos ativos ancoram-se em uma pedagogia relacional, a qual busca aproximar as relações entre o professor como promotor de situações significativas e desafiadoras e o aluno como aquele que dá significações às situações propostas (BECKER, 2012).

Nessa perspectiva, o papel do professor não é minimizado, porque ele é o responsável por proporcionar meios que auxiliarão a criança a construir sua inteligência por si mesma. Vejamos o seguinte relato:

O professor e os alunos entram na sala de aula. O professor traz algum material – algo que, presume, tem significado para os alunos. Propõe que eles explorem o material [...] Esgotada a exploração do material, com ampla troca de ideias a respeito, o que pode ser feito no interior de pequenos grupos, o professor dirige um determinado número de perguntas [...] A partir daí, discutem-se a direção, a problemática, o material da(s) próxima(s) aula(s), questionando-se sobre o que funcionou melhor, o que ficou precário, o que não funcionou ou deu errado. (BECKER, 2012, p. 20-21).

Na situação de sala de aula narrada, na qual vemos a necessidade da atuação do professor como aquele que coloca as situações para aprendizagem, em concordância com os interesses de seu público, também assistimos à ação do aluno manipulativa e reflexiva – e, ainda, esse cenário é movido por relações de cooperação e de respeito mútuo.

Mantovani de Assis (1976) comprova os efeitos de um ambiente apoiado nos métodos ativos. Por ocasião de sua pesquisa, realizada com crianças de idades entre 5 e 6 anos, foi possível verificar que participar de um ambiente moral e intelectualmente enriquecedor, com atividades apresentadas de sorte a despertar a curiosidade, é essencial para desencadear os processos ligados à construção das estruturas da inteligência.

No entanto, para o emprego dessa espécie de trabalho pedagógico, é essencial que o docente, gestores e envolvidos na educação conheçam a psicologia da criança e os processos de construção do conhecimento, isto é, as leis gerais do desenvolvimento.

A essa compreensão inicial se acrescentam os demais postulados que podemos extrair de Piaget ([1976], 2015) e que devem ser levados em conta, durante as intervenções escolares na perspectiva ativa, tais como: a diferença entre a lógica do adulto e da criança, as necessidades e interesses de cada estágio, o processo de adaptação no plano prático e no plano conceitual, e o desenvolvimento solidário entre a inteligência e a vida social.

Desse modo, existe a necessidade de demarcar a lógica de cada estágio de desenvolvimento da inteligência: a inteligência prática sensorio-motora, a pré-lógica, as quais

antecedem as operações, a lógica operatória e a de natureza hipotético-dedutiva das operações formais, já que o sujeito irá interpretar e transformar o mundo em consonância com sua forma própria de pensar e, assim, o fará em sala de aula.

Logo, fica clara a posição piagetiana de que é preciso um respeito para com os interesses e necessidades de cada estágio de desenvolvimento, pois, “[...] para que a aprendizagem seja significativa, será necessário levar em conta os assuntos que mais interessam aos sujeitos nas diferentes idades.” (SCRIPTORI, 2006, p. 3).

Isto não significa privarmos os alunos de certos conteúdos, porém, ter a consciência de que estes precisam convergir com seus interesses; em acréscimo, a forma de trabalho deve ser condizente com os instrumentos intelectuais da faixa etária escolar atendida. Por exemplo, sabemos que conteúdos de Astronomia trazem conceitos da Física, da Química e da Biologia, por isso para abordar esses temas com crianças pequenas, devemos pensar em um tipo de trabalho diferenciado – a Astronomia dos pequenos é diferente da Astronomia dos adultos.

Scriptori (2006) assinala que realmente não se trata de padronizarmos o que os estudantes devem ou não devem aprender, de sorte a limitá-los, mas de considerar suas explicações próprias, suas formas de entender o mundo e, a partir disso, desafiá-los a novas ideias e a avançar para explicações mais elaboradas.

Ao remetermos a um trabalho diferenciado, vamos ao encontro do pressuposto piagetiano de que, em primeiro lugar, a adaptação ocorre no plano prático, sendo isso necessário para que, nos estádios ulteriores, a adaptação se torne conceitual. Isso significa que, antes de explicar os fenômenos do meio ambiente (adaptação conceitual), a criança é capaz de predizê-los a seu modo (adaptação prática).

Nesse sentido, faz-se coerente que na pedagogia ativa sejam utilizados materiais concretos, modelos, esquemas, figuras, mapas conceituais, entre muitos outros recursos didáticos, não de forma reducionista, conforme acompanhamos na descrição dos métodos intuitivos, todavia, de maneira a apoiar a ação e o pensamento, sobretudo, nos estádios que antecedem as operações já formalizadas.

Outro postulado da teoria piagetiana que ratifica os ideais dos métodos ativos é o fato de que, tal qual a estruturação no plano da inteligência, na vida social assistimos a uma organização similar: procede do egocentrismo à reciprocidade.

Uma escola ativa precisa atentar para duas situações que decorrem desse paralelismo solidário entre inteligência e moralidade traduzidas, nos efeitos da pressão do adulto sobre a criança e na importância da cooperação entre elas. Em linhas gerais, isso acarreta a construção

de um ambiente que possibilite a passagem do respeito unilateral ao respeito mútuo e que relações de reciprocidade sejam, paulatinamente, conquistadas.

Ainda, o trabalho pedagógico pode acelerar ou estagnar o desenvolvimento das crianças. Uma vez apoiados no mero verbalismo, nas instruções programadas e apenas na manipulação ou na demonstração, nos colocamos em dúvida quanto à natureza da aprendizagem que podem promover. No entanto, a utilização dos métodos ativos pode proporcionar uma aprendizagem mais duradoura que se aproxima do desenvolvimento e do esperado ao longo da escolarização.

Diante dos objetivos de uma educação que se dirige para a formação de sujeitos que se colocam como construtores de conhecimento, as disciplinas escolares precisam oferecer as máximas possibilidades para a formação de um ambiente de descoberta e de criação. A propósito dessa afirmação, Piaget ([1949], 1998) argumenta em prol das ciências naturais, atualmente conferidas às disciplinas de Ciências e Biologia, como importantes momentos para a formação de uma inteligência ativa.

Suas observações justificam que tais disciplinas favorecem a atividade livre do aluno, bem como levam ao desenvolvimento do espírito científico por meio do aspecto experimental. No entanto, tais atividades benéficas se realizam apenas quando a pesquisa e a descoberta são favorecidas em detrimento da repetição (PIAGET, [1976], 2015).

Notemos que essas são posturas coerentes e necessárias ao processo de construção de conhecimentos, pois podem despertar e sustentar o interesse dos alunos que frequentam turmas do ensino fundamental I e II, uma vez que concorrem “ao encontro das tendências profundas do desenvolvimento intelectual espontâneo deste período.” (PIAGET, [1949], 1998, p. 167).

O período em questão refere-se às operações concretas. Sabemos que neste momento cognitivo, as construções mentais apoiam-se no mundo dos objetos e nas reflexões por ele desencadeados, de forma que em posse desse pensamento instrumental ou operatório é possível sistematizar e coordenar ações. Justifica-se, então, a importância da experimentação no ensino de Ciências.

A partir da experimentação, pode-se avançar das explicações espontâneas, mais distantes das leis gerais ao conceito. Piaget ([1949], 1998, p. 171) sustenta:

Os raciocínios mais exatos que as crianças são capazes de 7 a 12 anos consistem apenas em operações concretas, ou seja, em ações interiorizadas ligadas a um material preciso de manipulação e de experimentação. Daí a necessidade absoluta dos métodos ativos, pois o pensamento procede da ação e não a precede.

Embora neste momento as operações estejam adjacentes às manipulações e experimentações, elas se abrem para infinitas possibilidades após a construção das estruturas lógico-elementares de conservação, classificação e seriação, isto é, do aparato operatório (PIAGET, [1949], 1998). As operações levadas ao progresso das generalizações e ao infundável mundo hipotético-dedutivo que se faz presente nas ciências elementares, tais como a Física, a Química e a Matemática possibilitam compreensões mais elaboradas e inovadoras sobre o mundo.

A partir da entrada nas operações formais, por volta dos 12 anos, o pensamento não se limita mais a manipulação, conforme vínhamos descrevendo. A partir de agora é possível realizar as operações ao plano verbal e conceitual. Essa mudança no pensamento implica na necessidade de iguais mudanças frente às intervenções pedagógicas, as quais sempre deverão contemplar o aspecto ativo, mas agora podem utilizar além da experimentação, uma sistemática formalizada que aparece, por exemplo, em hipóteses verbais.

Entretanto, é preciso ressaltar que a manipulação inicial e a experimentação decorrente de tais manipulações não podem se reduzir apenas a uma leitura da experiência. A esse respeito, Krasilchik (2011) faz uma diferenciação entre demonstrações e aulas práticas, de maneira que as primeiras estão a serviço de mostrar aos alunos alguma técnica ou um fenômeno, mas seu uso só se justifica em alguns casos nos quais: 1) o professor não dispõe de um maior tempo para explorar outras técnicas; 2) não existe material necessário para toda a classe e 3) quando o docente quer garantir que todos os alunos vejam, ao mesmo tempo, determinada situação para que desta decorra ou conclua-se uma explicação por meio de uma aula expositiva, ou ainda, seja uma forma de problematização para uma discussão.

Já as aulas práticas estão mais ligadas ao contato direto com os fenômenos, com a manipulação e observação de materiais, equipamentos e organismos, de maneira a relacionar-se com resultados não previstos e que para serem interpretados requerem raciocínio (KRASILCHIK, 2011). Observamos que na perspectiva apresentada, distintamente das demonstrações, as aulas práticas não se reduziriam à passividade dos alunos, mas à interpretação e às inferências cognitivas.

Por seu turno, Campos e Nigro (1999) fazem uma distinção mais detalhada entre demonstrações e aulas práticas, pormenorizando as diferenças existentes entre **demonstrações práticas**, nas quais o professor apresenta uma atividade sem que o aluno possa intervir; os **experimentos ilustrativos**, nos quais os alunos individualmente ou em grupos fazem a demonstração prática; os **experimentos descritivos**, nos quais os discentes realizam as atividades e precisam descrever os fenômenos observados, de modo que consigam

alcançar suas próprias conclusões; os **experimentos investigativos** também denominados por atividades práticas investigativas, nas quais o papel do estudante durante sua execução é primordial, uma vez que requer a discussão de ideias as quais encaminham a elaboração de hipóteses explicativas, bem como experimentos para colocá-las em xeque.

Conforme estas definições, observamos que nas demonstrações práticas e nos experimentos ilustrativos objetiva-se mais a reprodução de atividades com meios e fins já definidos, ao passo que nos experimentos descritivos e investigativos estão à serviço de um ensino ativo por meio do qual os estudantes podem criar hipóteses, bem como pensar e refletir sobre elas. Carvalho (2007, p. 20) complementa:

De uma perspectiva construtivista, não se espera que, por meio do trabalho prático, o aluno descubra novos conhecimentos. A principal função das experiências é, com ajuda do professor e a partir das hipóteses e conhecimentos anteriores, ampliar o conhecimento do aluno sobre os fenômenos naturais e fazer com que ele as relacione com sua maneira de ver o mundo.

Salientamos que uma escola ativa precisa de mais experimentos descritivos e investigativos, os quais, pelas características apresentadas, melhor se colocam a serviço da construção de conhecimentos. Vale dizer que os métodos ativos aplicados ao ensino de Ciências não se limitam a alavancar apenas o progresso cognitivo. De sobremaneira, a vida social adjacente ao intelecto beneficia-se do exercício operatório, seja nos momentos de discussão entre grupos, na busca de uma solução para uma problemática, na sistematização por meio de relatórios de pesquisa, na construção de modelos esquemáticos e em muitas outras situações que, frequentemente, acontecem em presença de uma pedagogia ativa.

Assim, o ensino de ciências apresenta como particularidade para sua compreensão a necessidade de apresentar-se em consonância com o caráter ativo. Isto implica dizer que, para o entendimento dos conteúdos apresentados nas disciplinas de Ciências e Biologia, por exemplo, faz-se importante a condução de atividades que desafiem os alunos a pensar, a problematizar, a elaborar hipóteses e a agir. Não vemos de outra forma a construção de conhecimentos de ordem científica, senão por meio da ação e da interação.

2.5 O ensino de Ciências e o construtivismo piagetiano

Discussões no âmbito do ensino de Ciências (CACHAPUZ, 1999; BASTOS; NARDI, 2005, NARDI; GATTI, 2004) revelam a existência de diferentes orientações teóricas que marcam posturas de ensino e aprendizagem das disciplinas e que perpassam tal campo

epistemológico. Tais orientações abarcam um conjunto específico de saberes que foram constituídos por meio da apropriação de contribuições da didática, da didática das ciências, da epistemologia das ciências e da psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem (CACHAPUZ, 1999).

Nessas orientações, estão presentes as concepções a respeito de como deve ser encaminhado o ensino de Ciências e de como os alunos aprendem conteúdos científicos, de acordo com a postura adotada. É assim que temos o ensino por transmissão ou aquisição conceitual, o ensino por mudança conceitual, o ensino baseado na noção de perfil conceitual, o ensino por descoberta e o ensino por investigação, os quais serão mais bem detalhados no quadro 2, em sequência.

Quadro 2 - O ensino e a aprendizagem no ensino de Ciências

Posturas pedagógicas	Ensino por transmissão (EPT) ou aquisição conceitual	Mudança conceitual	Perfil conceitual	Ensino por descoberta	Ensino por investigação
Objetivo	Transmissão de conhecimento	Mudança de concepção (senso comum ao conhecimento científico)	Enriquecimento dos perfis conceituais	Descoberta do conhecimento	Investigação de um problema
Papel do Professor	Transmitir o saber	Oferecer a nova concepção	Conhecer os perfis conceituais dos alunos e atuar sobre eles	Propor problematizações	Conduzir as investigações
Papel do aluno	Receber as informações e armazená-las	Substituir sua concepção inicial por aquela apresentada na escola	Empregar os perfis elaborados de acordo com as necessidades do contexto	Manipular objetos e desta forma, descobrir o mundo	Investigar e interpretar os acontecimentos do mundo físico, químico e biológico

Fonte: adaptado de Cachapuz (1999).

Para melhor compreendermos os propósitos de cada uma dessas orientações pedagógicas é importante, ainda que brevemente, nos debruçarmos sobre suas definições.

A respeito do ensino por transmissão ou aquisição conceitual voltaremos às proposições já discutidas por ocasião das distinções dos métodos feitos por Piaget ([1976], 2015) e Becker (2012). Nesse particular, compreende-se que para aprender o professor deve transmitir os conceitos e estes, por sua vez, devem memorizá-los.

Cachapuz (1999) acrescenta que essa perspectiva tem ritmo uniforme, pois valoriza que os conteúdos sejam transmitidos de maneira progressiva, na qual, pouco a pouco, os alunos os absorvem. Sendo assim, os erros inerentes à aprendizagem são maléficos, uma vez que atrapalham a sequência e o ritmo das aquisições.

Compreende-se, nessa perspectiva, que a motivação não faz parte do processo de ensino e da aprendizagem. Em realidade, a motivação deve ser entendida como uma constante disposição para ouvir, registrar e memorizar os conteúdos que o professor explana.

Por consequência, a avaliação a partir desta perspectiva é de caráter somativo; as avaliações são compostas por questões objetivas ou discursivas que exigem o resgate das informações memorizadas. Esses instrumentos avaliativos são fontes de pontuações que, quase sempre, promovem um *ranking* de notas - quanto mais altas, melhor a aprendizagem.

O ensino por transmissão, historicamente, teve supremacia nas salas de aulas, principalmente, até meados do ano 70, mas é preciso dizer que a transmissão verbal ainda marca o ensino de Ciências, sendo este recurso o mais utilizado em aulas de Ciências e de Biologia (MASSABNI, 2007; BASSOLI, 2011). Em realidade, o recurso da pura transmissão ainda marca nosso ensino como um todo.

Antes de prosseguirmos é relevante fazermos uma distinção entre a aprendizagem de fatos, de conceitos e princípios, de conteúdos procedimentais e de conteúdos atitudinais (ZABALA, 1998). Ao fazer isso, esperamos que haja a compreensão de que a veiculação de informações, presente no ensino por transmissão, não pode ser desconsiderada ou visto como um processo de ensino e de aprendizagem de menor importância. Todavia, ele não deve ser o único modo e/ou o mais utilizado no ensino de Ciências, haja vista que outras formas destacam-se na construção de conhecimento e na formação de cidadãos.

Dessa maneira, os conteúdos factuais são o “conhecimento de fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos e singulares” (ZABALA, 1998, p. 41). Dada esta definição, na disciplina de ciências, por exemplo, saber o nome das fases da Lua, dos planetas que compõe nossa galáxia e a data da primeira viagem espacial à Lua, tratam-se de exemplos de conteúdos factuais.

Entende-se que este primeiro tipo de conhecimento é arbitrário, haja vista que ou sabe-se os nomes e as datas ou não sabe-se e para ter acesso a essas informações, em geral, faz-se atividades de cópia e de repetição verbal, até que elas façam parte da memória. Inclusive, por essas características, esses conteúdos costumam ser esquecidos com bastante facilidade.

A respeito dos fatos, Zabala (1998, p. 41) enfatiza que

Tradicionalmente, os fatos têm sido a bagagem mais importante do vulgarmente denominado “homem culto”, objeto da maioria das provas e concursos. Conhecimento ultimamente menosprezado, **mas indispensável de qualquer forma**, para poder compreender a maioria das informações e problemas que surgem na vida cotidiana e profissional. (grifo nosso).

Diante de tal afirmação, compreendemos que a aprendizagem dos fatos é necessária, pois nela se apoia a aprendizagem dos demais tipos de conteúdos, de modo que isso justifica sua presença nas salas de aula. No entanto, é preciso ressaltar que, embora necessária, a aprendizagem factual não garante compreensões mais complexas e objetivas, porque se aprisiona na reprodução de conhecimentos e tem como limitação o esquecimento ao longo do tempo. Infortunadamente, o que ainda temos visto marcantemente no âmbito escolar é o ensino e aprendizagem de conceitos como se fossem fatos, isto é, pela simples transmissão e reprodução de informações.

Os conceitos e princípios referem-se a termos abstratos que se distanciam do caráter memorístico presente nos fatos e se aproximam da necessidade de compreensão. Sendo assim, os conceitos estão mais ligados ao conjunto de fatos, objetos e símbolos com características em comum. Um exemplo disso pode ser algumas compreensões necessárias ao mundo da Astronomia, tal qual o conceito de galáxia ou de satélite. Já os princípios, são as leis e regras, tais como a lei da gravidade.

Independente de ser um conceito ou um princípio, Zabala (1998, p. 43) justifica que “em qualquer caso, essa aprendizagem implica uma compreensão que vai muito além da reprodução de enunciados mais ou menos literais”. Por tudo isso, não é possível dizer que um estudante aprendeu um conceito ou um princípio se apenas consegue repetir sua definição, sem conseguir explicá-lo.

Temos, também, os conteúdos procedimentais, nos quais acontece uma conjunção de ações organizadas em razão de um fim específico. Assim, ler, observar, classificar, entre outras ações convergem para a realização de determinados objetivos.

Na aprendizagem dos procedimentos é importante nos atentarmos para a realização das ações, sendo estas a condição *si ne qua non* para a aprendizagem; a execução múltipla dessas ações, uma vez que não basta realizá-las apenas uma vez; a reflexão sobre a própria atividade, ou seja, não é só repetir uma ação várias vezes, mas refletir sobre como e por quê a estamos fazendo; a aplicação em contextos diferenciados, de maneira que os procedimentos que aprendemos tornam-se úteis e significativos à medida que podemos generalizá-los para outras situações (ZABALA, 1998).

Uma última classificação recai sobre os conteúdos atitudinais, sendo estes uma série de outros conteúdos que podem ser agrupados em valores, atitudes e normas. Deste modo, os valores são os princípios, tais como respeito, justiça e solidariedade, que possibilitam aos sujeitos emitirem juízos sobre condutas (sua própria e de outrem). As atitudes são as tendências das pessoas de atuarem de certa maneira, por exemplo, se alguém tem como um valor o respeito, possivelmente, ele tem tendência de respeitar as pessoas. As normas são os padrões e/ou regras que em determinados lugares, ou situações sociais devemos empregá-los.

Mas, considerando que, em comparação com os demais conteúdos explicitados, estes últimos são mais subjetivos e ligados a componentes afetivos e de conduta, como ocorre sua aprendizagem? Sobre isso, Zabala (1998, p. 48) explica:

Em termos gerais, a aprendizagem dos conteúdos atitudinais supõe um conhecimento e uma reflexão sobre os possíveis modelos, uma análise e uma avaliação das normas, uma apropriação/elaboração do conteúdo, que implica a análise dos fatores positivos e negativos, uma tomada de posição, um envolvimento afetivo e uma revisão e avaliação da própria atuação.

Frente às definições apresentadas, observamos que o ensino por transmissão é apenas umas das modalidades de trabalho pedagógico e que privilegia a aprendizagem de fatos. Para os demais conteúdos, nos quais exige maior atividade daquele que aprende, é preciso uma diversidade de estratégias didáticas e a compreensão de como as pessoas aprendem de maneira significativa.

Partindo disso, desde a segunda metade do século passado, uma gama de investigações objetivou-se identificar as ideias prévias dos estudantes que antecediam a escolarização. Tal contexto revela um novo olhar sobre a criança, a partir do qual ela não poderia mais ser vista como uma “tábula rasa” ou “uma folha em branco” dependente, exclusivamente, de outrem para adquirir conhecimento. Falamos agora de alguém que pensa e que possui ideias sobre o mundo que o rodeia.

A divulgação dos estudos piagetianos teve papel decisivo para suscitar investigações que buscaram a compreensão dos caminhos pelos quais os sujeitos percorrem até a construção do pensamento científico. Nesta ótica, concepções de crianças e adolescentes a respeito de diferentes conteúdos do mundo físico e químico passaram a ser investigados.

Os resultados das pesquisas empreendidas revelaram que antes, durante e após a escolarização os estudantes possuem ideias muito próprias, sendo tais juízos denominados de concepções, crenças, concepções alternativas, concepções espontâneas, ideias prévias, ideias errôneas e ainda outras nomenclaturas que fazem referência a um pensamento que se difere dos aspectos científicos abrangidos na educação básica e superior.

Em resumo, essas concepções não são algo acidental ou conjuntural, senão que têm uma natureza estrutural, sistemática. Elas resultam de uma mente ou um sistema cognitivo que tenta dar sentido ao mundo, não apenas pelas relações entre os objetos físicos que povoam o mundo, mas também pelas relações sociais e culturais que se estabelecem em torno desses objetos (POZO; GÓMEZ-CRESPO, 2009).

Na explicação dos autores citados, nota-se que as concepções alternativas não são ideias de senso comum que se tornam internalizadas. Na verdade, elas fazem referência a uma construção mental inerente ao sujeito traduzindo uma forma própria de pensar o mundo, isto é, são repostas para explicar a realidade.

Entretanto, essas concepções precisam ser superadas com o objetivo de proporcionar aos sujeitos uma perspectiva menos superficial da realidade. A preocupação com a passagem das concepções alternativas ao conhecimento científico deu origem ao movimento de ensino por mudança conceitual (EMC).

Os principais defensores da mudança conceitual, Posner et al. (1982), colocam, em linhas gerais, que para que ocorra a mudança conceitual faz-se necessário que o aluno tenha consciência e esteja insatisfeito com suas concepções atuais e que uma nova concepção lhe seja apresentada de forma compreensível. Essa nova concepção precisa ser significativa e se mostrar mais produtiva que sua concepção inicial.

Pozo e Gómez-Crespo (2009) afirmam que modificar as concepções alternativas é mais complexo do que simplesmente substituir uma ideia por outra mais próxima da ciência. É necessário “reformatar a mente dos alunos, ou pelo menos, incorporar um novo sistema operacional que seja compatível com os princípios nos quais se baseia o conhecimento científico” (p. 109).

A intervenção pedagógica nesse modelo de mudança conceitual deve contemplar as concepções iniciais dos alunos como ponto de partida para planejar e apresentar a concepção que se deseja instalar nos alunos. O professor, portanto, precisa investigar as ideias iniciais de seus alunos e, de alguma forma, considerá-las no processo de ensino e de aprendizagem.

Por conseguinte, a avaliação se dá por meio da verificação do conhecimento no começo da intervenção pedagógica e no final, com objetivo de averiguar a existência da mudança conceitual.

Nessa abordagem, embora haja a preocupação em considerar aquilo que o aluno já sabe, pouco se vê do distanciamento de uma epistemologia empirista, uma vez que o conhecimento, ou melhor, a mudança de um conhecimento para outro, acaba confinado à transmissão feita pelo professor. Ademais, como discutem Pozo e Gómez-Crespo (2009) a

presença de concepções alternativas aos conceitos científicos é de difícil modificação por se tratarem de ideias legítimas, fruto de uma construção mental e não de memorização. Somente estar em contato com outra perspectiva, como também defendemos no presente trabalho, não garante que tal concepção seja substituída.

Frente às dificuldades inerentes à mudança conceitual, Mortimer (1996) propõe um novo modelo para a aprendizagem de conceitos científicos, embasado por ideias bachelardianas, denominado de noção de perfil conceitual. Nesta concepção, ao contrário da mudança conceitual, não existe a substituição de conceitos, mas uma evolução deles, em coexistência.

No modelo de perfil conceitual, o sujeito, por não abandonar suas concepções alternativas, pode adquirir, por exemplo, novas ideias no âmbito escolar, mas sem desligar-se de suas concepções iniciais. Cada uma dessas ideias são zonas de perfil conceitual que podem ser empregadas em contextos próprios e distintos.

As implicações pedagógicas desse modelo confinam-se no “estabelecimento de estratégias de ensino e para a análise do processo de evolução conceitual em sala de aula” (MORTIMER, 1996, p. 35). O professor precisa conhecer as zonas de perfil conceitual do assunto a ser ensinado, por meio da construção presente na história das ciências ou ainda de estudos que se dedicam à psicogênese. A partir disso, é possível identificar quais são os obstáculos à aprendizagem dos conceitos científicos a serem trabalhados.

Em um estudo de revisão de teses e dissertações que se dispôs a trabalhar com a noção de perfil conceitual no ensino de Biologia, Vairo e Rezende Filho (2013) afirmam que tal proposição para o ensino possui limitações, posto que não são todos os conceitos passíveis de ter seu perfil delimitado, isto é, a multiplicidade de ideias acerca de determinada temática e seus contextos de aplicação não são de fácil conhecimento.

Em avanço, outra posição para o ensino e aprendizagem em ciências, refere-se ao ensino por descoberta, o qual coloca que a aprendizagem deve ser ativa e precisa pautar-se na exploração e em descobertas que favoreçam aos estudantes uma compreensão das perspectivas científicas. Trata-se de um modelo para o ensino e aprendizagem que busca trazer a experimentação presente no método científico para a sala de aula, em uma interpretação de que os alunos precisam colocar-se como ativos em busca de descobertas.

Neste modelo, existe uma ênfase na exploração de materiais pelos alunos e o papel do professor precisa ser o de desencadear a curiosidade dos educandos por meio de indagações problematizadoras que despertem e sustentem o interesse das explorações.

Outra particularidade, conforme nos explicam Vasconcelos, Praia e Almeida (2003), concentra-se em não pensar o currículo de maneira linear, com conteúdos sequenciais, mas em espiral, uma vez que desse modo os estudantes terão contato com determinados conteúdos em mais de um momento durante a escolarização e em distintas possibilidades de abstração. Entende-se, por exemplo, que um aluno do 6º ano tem um modo de pensar, e, por conseguinte, de atuar em suas descobertas de maneira diferente de um aluno do 8º ano.

Apesar de sua importância por suscitar contribuições da Epistemologia Genética na defesa de um sujeito ativo, este modelo também não se desprende de uma concepção empirista, a qual revela-se no destaque dado a manipulação e, por meio desta, na descoberta de um conhecimento (VASCONCELOS; PRAIA; ALMEIDA, 2003).

Ademais, atribuem o papel ativo do sujeito apenas a manipulação, ou melhor, a abstração empírica, isto é, nas ações físicas que se deve realizar para elaborar o conhecimento. Dessa maneira, minimiza-se ou retira-se a importância de abstrações mais elaboradas, tais como as abstrações pseudo-empíricas, reflexionantes e refletidas, igualmente importantes e necessárias a uma melhor compreensão de mundo.

Uma última abordagem para o ensino e a aprendizagem de ciências, trata-se do ensino por investigação, o qual busca se destacar das demais abordagens, sobretudo, da perspectiva de transmissão, por fornecer um ambiente de investigação, no qual o aluno possa pensar e criar (CARVALHO, 2013).

Essa proposição didática para o ensino de Ciências sustenta-se em teorias de desenvolvimento e aprendizagem de natureza interacionista, tais como o construtivismo piagetiano e a teoria sócio-histórica de Lev Vygotsky (1896-1934) (CARVALHO, 2013). Convém observar que, aliando as contribuições de tais teóricos, Carvalho (2013), em defesa do ensino por investigação, justifica a existência de “uma complementariedade entre as ideias desses dois campos do saber quando aplicadas em diferentes momentos e situações do ensino e aprendizagem em sala de aula” (p. 2).

Para além do embate de teorias, o ensino por investigação defende uma atuação que coloque o aluno como protagonista na construção de conhecimentos. Entende-se, desse modo, que os alunos são sujeitos ativos e que precisam mobilizar-se em ação e cognição.

Assim sendo, qualquer conteúdo a ser abordado necessita iniciar a partir de um problema de investigação. Tal estratégia tem por objetivo despertar algo motivador para a busca de conhecimentos. Campos e Nigro (1999, p. 141) reiteram que “alunos motivados têm muita curiosidade, vontade de aprender e, conseqüentemente, têm mais chances de se envolver profundamente com a situação de aprendizagem.”.

Os problemas de investigação têm por objetivo colocar o aluno em uma posição ativa, uma vez que por meio deles os alunos podem colocar suas hipóteses. Nesse momento, é importante que o professor os ajude a formulá-las evitando que os alunos se distanciem dos objetivos da atividade e da temática a ser investigada (CAMPOS; NIGRO, 1999).

Esse ponto inicial para a investigação pode ser colocado tanto pelo professor, de acordo com os objetivos específicos da temática que será trabalhada, quanto pelos alunos em decorrência, por exemplo, da manipulação de um material, da socialização de um acontecimento cotidiano, igualmente, em consonância com os objetivos para seu ano de escolarização.

Após a colocação do problema, é preciso conhecer o que os alunos pensam sobre tal assunto, isto é, quais são suas concepções alternativas. Por meio da teoria piagetiana, sabe-se que um novo conhecimento apoia-se em uma construção anterior e, dessa maneira, para que um novo conceito de ciências seja introduzido faz-se necessário que sejam conhecidas as interpretações que povoam a mente dos alunos (CARVALHO, 2013).

Logo após, inicia-se o trabalho com o conteúdo propriamente dito. O ensino por investigação preconiza que nesta etapa os discentes precisam interagir com alguma atividade manipulativa, seja um experimento, um texto, um jogo, entre outros recursos didáticos. Isto justifica-se dentro dos pressupostos da Epistemologia Genética por meio dos processos que acontecem quando da passagem da ação à operação, uma vez que o exercício de manipulação favorece melhores condições para uma organização da interação sujeito-objeto.

Sugere-se que as atividades sejam realizadas em pequenos grupos, os quais podem favorecer o contato e a troca com outras perspectivas, mas o relacionamento entre todos os participantes da sala de aula também é relevante. Ainda, sobre as atividades, essa perspectiva coloca que o professor deve ser consciente da importância dos erros que acontecerão no processo. Para Carvalho (2013), errar mostra que o aluno está seguindo o seu próprio pensamento e não algo exterior, tal como a exposição do professor.

A respeito disso, La Taille (1997) faz uma distinção entre os erros afirmando a existência de erros decorrentes das questões de memória, isto é, o erro é um problema de esquecimento; erros ligados à utilização da linguagem, quando se erra por não conseguir expressar-se, erros relacionados a ignorância com respeito a determinado tema e os erros relativos ao desenvolvimento que, sobretudo, interessam a perspectiva do ensino por investigação.

Para tanto, o erro não pode ser entendido como oposição ao acerto, uma vez que se entende que no processo de construção de conhecimento é importante que seja exercitada a

capacidade humana de revisar ideias, pensamentos e ações. Por isso, quando se trabalha na perspectiva da descoberta e da invenção, sabe-se que erros e acertos tornam-se inerentes ao processo (MACEDO, 1994).

Feita as devidas ressalvas acerca do papel do erro, em prosseguimento às etapas do ensino por investigação, após a manipulação deve-se proceder à sistematização dos conhecimentos elaborados nos pequenos grupos, seja por meio de uma discussão mediada pelo professor, pela confecção de um relatório, ou ainda, uma representação por meio de desenhos.

Nessa modalidade de ensino, a avaliação é entendida como processual pautando-se na observação e registro do professor sobre os alunos. Ademais, a elaboração dos conceitos científicos pode acontecer tanto por intermédio dessa observação professor-aluno quanto pela aplicação de um questionário, por exemplo.

O mais importante no ensino por investigação é proporcionar um ambiente que desperte a curiosidade e o desejo de investigar, de conhecer e de aprender. É preciso que o professor tenha consciência de que os alunos podem não chegar às conclusões semelhantes às dos cientistas, no entanto, tornam-se sujeitos que buscam seu aprendizado e que se abrem a novas formas de pensar.

Os diferentes tipos de abordagem escolar quanto aos conteúdos de ciências que foram apresentados assemelham-se pela busca em levar ao conhecimento dos alunos a perspectiva científica, mas diferem-se por apresentar diferentes caminhos para que isso seja possível.

Tais concepções, em realidade, revelam diferentes compreensões de ensino e de aprendizagem de natureza inatista, empirista ou construtivista. Esses diferentes modos de pensar como se dá o conhecimento são responsáveis por direcionar a prática docente em sala de aula. É pertinente dizer que se o professor de ciências acredita que o conhecimento se dá por transmissão, por descoberta ou por investigação sua forma de planejar sua atuação pedagógica refletirá sua crença, ainda que isto não aconteça de forma deliberada, como já fora colocado.

Importante destacar também que as concepções extravasam discursos, isto é, o professor pode até apresentar uma fala que se aproxima do construtivismo, mas sua prática pode revelar outra concepção. Em consonância com essa afirmação, Massabni (2007), em seu estudo que se dispôs a verificar a presença do construtivismo nas aulas de Ciências do ensino fundamental II, observou que quando questionados acerca de sua prática, os professores investigados afirmaram ser construtivistas. No entanto, nas observações do dia-a-dia em sala

de aula muitos elementos da pedagogia tradicional faziam-se mais presentes que o apresentado pelos docentes em seus discursos.

A respeito do nosso objeto de discussão, a perspectiva piagetiana para o ensino e aprendizagem em ciências, Nardi e Gatti (2004) discutem acerca da dificuldade do professor em adotar uma perspectiva construtivista de ensino e aprendizagem, em especial, por carências em sua formação inicial. Da mesma maneira, Bastos et al. (2004) e Bastos e Nardi (2005) abordam que as particularidades do ensino de Ciências necessitam de um pluralismo de interpretações, no qual diferentes abordagens devem ser utilizadas na sala de aula.

É importante ressaltarmos que não se trata de afirmar que uma ou outra abordagem é mais válida ou mais correta como explicam Bastos e Nardi (2005, p. 9):

Na verdade não há, em muitos aspectos, o referido antagonismo, e melhor faríamos se tentássemos focalizar *as contribuições que cada abordagem*, dentro de suas particularidades, pode oferecer para os debates sobre ensino de Ciências, ou *que elementos de cada abordagem* representam avanços que devem ser incorporados.

Assumir uma posição de trabalho didático construtivista perpassa pela concepção do professor sobre o ensino e aprendizagem, isto é, pela forma que ele concebe como se dá a aprendizagem e quais os meios (ensino) que devem ser empregados para que ela aconteça. Também é preciso considerar sua formação inicial, os conteúdos que nela foram abordados e as práticas educativas que foram utilizadas. Vejamos que se o docente passou por uma formação tradicional e pouco reflexiva, é mais difícil que sua atuação profissional seja diferente de suas próprias vivências.

Soma-se a isto, sua autonomia em sala de aula posto que as políticas relacionadas ao ensino (ou sobre o ensino) raramente consideram as características desenvolvimentais. Assim, materiais e determinação de conteúdos a serem trabalhados bimestralmente ou semestralmente, acabam dificultando um trabalho mais flexível por parte do docente, justamente porque desconsideram os percursos do sujeito para a apropriação do conhecimento.

Do mesmo modo têm-se condições ligadas ao exercício da docência, tais como as condições de trabalho, por exemplo, quando nos deparamos com classes superlotadas e ausência ou precariedade de laboratórios de Ciências. Elencamos, ainda, questões ligadas à remuneração docente, uma vez que se o professor para um melhor salário precisa atuar em dois ou três turnos, com a carga horária máxima de aulas, resta pouco tempo para que ele reflita sobre sua prática e empregue momentos pedagógicos diversificados.

Assim, por acreditarmos na concepção de que os conhecimentos são fruto de interações do meio com o sujeito, bem como nosso percurso de pesquisas (MANO, 2013;

MANO; SARAVALI, 2014) revelar que os estudantes possuem ideias muito próprias, que precisam ser compreendidas e incluídas nos processos de ensino e aprendizagem, buscamos, na presente tese, planejar em aulas de ciências, uma proposta didática coerente com os princípios piagetianos e, com isso, almejamos verificar e discutir sua viabilidade, os limites e possibilidades em nosso atual cenário educacional.

Diante do exposto, nos dispusemos a conversar com professores da disciplina de Ciências do ensino fundamental II, buscando verificar suas perspectivas a respeito de conteúdos que eles consideram difíceis para ensinar e para os alunos aprenderem.

Nosso objetivo, ao focar os conteúdos elencados como difíceis, foi conseguir identificar problemas no ensino de Ciências que, muitas vezes, os próprios professores não se dão conta. Assim, por exemplo, para aqueles conteúdos que os mestres não identificam dificuldades, ainda que a perspectiva de quem aprende possa estar sendo desconsiderada, poderíamos não conseguir uma aproximação sobre como o docente pensa que a aprendizagem de ciências deva ocorrer e o que pode facilitar/dificultar esse processo. Já ao enfatizar o conteúdo considerado difícil, objetivamos identificar como esses docentes entendiam que o ensino e a aprendizagem em Ciências deveria ocorrer, na perspectiva de quem ensina e de quem aprende.

Os resultados dessa primeira parte da pesquisa compõem nosso estudo 1, que será detalhado no capítulo seguinte.

**ESTUDO 1 - OS PROFESSORES DE CIÊNCIAS E ALGUMAS QUESTÕES SOBRE
ENSINO E APRENDIZAGEM**

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS DE UMA INVESTIGAÇÃO JUNTO A PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Anunciamos, no capítulo anterior, uma investigação junto a professores de Ciências do ensino fundamental II. Motivamo-nos a dar voz a tais profissionais para conhecer o conteúdo que, na perspectiva de tais interlocutores, seria o de maior dificuldade para ensinar, bem como o conteúdo de maior dificuldade para os alunos aprenderem. Preocupamo-nos, ainda, em questionar quais os motivos para as dificuldades levantadas, tanto em ensinar, no que se refere aos professores, quanto em aprender, no que tange aos alunos.

A partir dos resultados dessa pesquisa, isto é, dos conteúdos indicados como mais difíceis e das problematizações colocadas pelos entrevistados, tivemos subsídios para efetivar uma intervenção pedagógica (Estudo 2), a qual será discutida na segunda parte de nossa tese.

Inicialmente, construímos uma entrevista semiestruturada que contemplasse nossas indagações a respeito de questões sobre ensino e aprendizagem em ciências, na perspectiva docente. A escolha em utilizar tal instrumento deu-se em razão de suas possibilidades quanto a se tratar de uma conversa, com questões básicas para a investigação de uma temática, mas que possibilita durante a interação com o participante certa liberdade em utilizar questões complementares momentâneas a cada entrevista (MANZINI, 2003).

O roteiro dessa entrevista passou pela análise de juízes (MANZINI, 2003), durante a disciplina denominada: Coleta de dados por meio de entrevistas e diálogos, do Programa de Pós-Graduação em Educação da Unesp de Marília, no ano de 2014.

Após o crivo dos juízes, a estrutura do instrumento de coleta de informações foi definida e pode ser acompanhada, a seguir:

- 1) Você percebe se existem conteúdos em sua disciplina que são mais difíceis de ensinar? Se sim, quais?
- 2) Em sua opinião, porque este conteúdo pode ser considerado como mais difícil de ensinar?
- 3) Existe algum (ou alguns) conteúdo (s) que os alunos apresentam mais dificuldade? Se sim qual (is)?
- 4) Em sua opinião, por que os alunos apresentam tal (is) dificuldades?
- 5) Você já teve alunos com dificuldades de aprendizagem em Ciências?
- 6) E você acha possível um aluno ter dificuldades de aprendizagem somente em Ciências? Por quê?

- 7) Caso você fosse participar de uma formação continuada, que tratasse de conteúdos de Ciências, qual conteúdo você acha interessante fazer parte dessa formação? Por quê?

Ao final dessa sequência de perguntas, os docentes foram convidados a falar brevemente de sua trajetória acadêmica e profissional, por exemplo, dizer qual curso superior frequentaram, se a faculdade cursada foi pública ou particular, se possuíam estudos de pós-graduação e há quanto tempo lecionavam a disciplina de Ciências.

A entrevista foi realizada com 35 professores da disciplina de Ciências da rede Estadual de ensino de uma cidade do interior do Estado de São Paulo. O número de professores amostrados foi calculado conforme as indicações de Moore (2005) levando em consideração duas variáveis: 1) o número de professores de Ciências vinculados a diretoria de ensino no ano da investigação, que era de aproximadamente 120 docentes (número variável durante o ano letivo por questões contratuais) e 2) nosso critério de inclusão na amostra que fez referência ao fato do participante ter, no mínimo, 3 anos de docência na disciplina de Ciências, por acreditarmos que, desta forma, ele teria melhor conhecimento do currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2010).

Sendo assim, utilizamos de um momento de formação continuada realizada pela diretoria de ensino, no qual estava presente ao menos um professor de Ciências por escola da região investigada, para explicar a realização da pesquisa e convidá-los a participar da mesma. Os interessados forneceram-nos o nome da escola na qual trabalhavam e os períodos de disponibilidade.

Neste momento estavam presentes, cerca de 70 professores. Desse número, não foi possível quantificar aqueles que adequavam em nosso critério de inclusão na amostra, mas após o convite tivemos o retorno de 33 participantes, de maneira que os outros dois, que completaram nossos 35 participantes, foram contados após a reunião, por lecionarem na mesma escola que a pesquisadora. É importante dizer também que tivemos em nossa pesquisa, docentes que atuavam em escolas nos diferentes bairros da cidade de Marília, bem como de cidades vizinhas, mas pertencentes a Diretoria de Ensino de nossa investigação, desta forma, tivemos participantes das cidades de Gália, Garça, Pompéia e do distrito de Jafa.

As entrevistas deram-se entre os meses de setembro e dezembro de 2014. Todas foram realizadas nas escolas em que os participantes lecionavam, de forma individual, após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE (apêndice A), de acordo com as indicações do comitê de ética e pesquisa local. A duração média das entrevistas foi de

20 minutos e as conversas foram gravadas em áudio e, posteriormente, transcritas para análise.

Os procedimentos de análise foram realizados de forma quantitativa, aglutinando as respostas em frequências absolutas e relativas e qualitativa, ancorando-se na análise de conteúdo proposta por Bardin (2006). Enfatizando que “Classificar elementos em categorias impõe a investigação do que cada um deles tem em comum com os outros.” (BARDIN, 2006, p. 148), buscamos dar sentidos às respostas dos docentes no que se refere ao ensino e aprendizagem de Ciências.

Passaremos, então, a acompanhar e discutir os resultados desta investigação, no capítulo seguinte.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES DO ESTUDO 1

4.1 Perfil dos participantes

Antes de nos atermos à exposição e ao exame das respostas fornecidas durante a entrevista, pensamos ser conveniente revelar maiores detalhes a respeito dos investigados, no que tange a algumas características, tais como sexo, idade, tempo de atuação, entre outras que acompanharemos, na sequência.

Conforme já destacado, foram entrevistados 35 professores, de ambos os sexos. A Tabela 1, a seguir, apresenta a distribuição de sexo dos participantes.

Tabela 1 - Sexo dos participantes

Sexo	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Masculino	11	31
Feminino	24	69
Total	35	100

Fonte: Dados da pesquisa.

A grande maioria, isto é, quase 70% dos participantes, é do sexo feminino. Além disso, a faixa etária da maioria dos investigados é de 36 a 45 anos, conforme podemos ver na Tabela 2, abaixo.

Tabela 2 - Faixa etária dos participantes

Faixa etária	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
de 24 a 35 anos	7	20
36 a 45 anos	15	43
46 a 55 anos	7	20
acima de 56 anos	6	17
Total	35	100

Fonte: Dados da pesquisa.

No que se refere ao tempo de atuação na disciplina de Ciências, encontramos um maior percentual, 46% dos docentes, com tempo de atuação de 3 a 8 anos. Vejamos a Tabela 3, em sequência.

Tabela 3 - Tempo de atuação na disciplina de Ciências

Tempo de atuação	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
de 3 a 8 anos	16	46
9 a 13 anos	5	14
14 a 18 anos	5	14
19 a 23 anos	3	9
acima de 24 anos	6	17
Total	35	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao compararmos a idade dos participantes com seu tempo de atuação, percebemos variáveis que não caminharam juntas, uma vez que temos professores com idade mais avançada do que seu tempo de atuação profissional. Isso pode ser explicado pelo fato de que muitos professores atuaram anteriormente em outras disciplinas, conforme suas habilitações para a docência e há pouco tempo se dedicam ao ensino da disciplina de Ciências. Ainda, conforme relatado por alguns participantes, a atuação profissional na docência não fora a primeira opção, ao término da graduação.

Em progresso, acompanhemos a Tabela 4, a seguir, que trata da formação inicial dos participantes.

Tabela 4 - Formação inicial dos participantes

Formação	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Ciências Biológicas	12	35
Ciências com habilitação em matemática	13	37
Duas ou mais graduações, sendo uma delas em Ciências	5	14
Bacharelado em outras áreas	5	14
Total	35	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que a maior parte dos participantes está habilitada para a docência em Ciências, uma vez que cursaram graduações com referência à disciplina. Entretanto, a maioria dos professores, isto é 37%, tem habilitação para ministrar aulas tanto de Ciências como de Matemática. Tal fato explica nossa discussão anterior, em relação ao tempo de trabalho com a disciplina, porque muitos dos entrevistados atuaram, em anos anteriores, na disciplina de Matemática.

Ressalta-se o percentual de 14% dos entrevistados não ter qualquer tipo de formação em licenciatura, tão pouco em Ciências, mas em áreas correlatas, tais como Enfermagem,

Engenharia de Alimentos e Fisioterapia. Vejamos que essa não é uma situação irregular, pois o Art. 7º do documento que dispõe sobre a atribuição de aulas no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2016) assinala, em linhas gerais, que a prioridade de atribuição de aulas é do docente portador de diploma de licenciatura. No entanto, caso não haja licenciados, os alunos do último ou de qualquer ano da graduação na área, bem como portadores de diploma de bacharelado na área da disciplina a ser atribuída e bacharéis de áreas correlatas que comprovem o somatório de 160 horas de estudos podem ter aulas atribuídas.

Sabemos, por isso, que a situação dos professores citados é respaldada pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Todavia, sem nos adentrarmos no mérito desses profissionais, pensamos que esta não é uma situação ideal, já que, na formação de um bacharel, não existem disciplinas ligadas à educação e ao ensino, as quais são o diferencial da formação docente e se voltam diretamente à construção de sua identidade profissional.

Outra implicação da falta de formação específica está associada aos conteúdos da disciplina de Ciências, haja vista que, durante a execução de nosso estudo, frequentemente ouvimos dos professores o despreparo para abordar determinados temas da disciplina, mesmo tendo passado por um curso de graduação que visa a formar professores de Ciências. Nesse contexto, dificuldades para além do plano pedagógico, mas relacionadas aos conteúdos propriamente ditos, certamente afetarão os docentes com formação inicial em outras áreas.

Buscamos, também, conhecer se nossos participantes tinham estudos em nível de Pós-Graduação. A Tabela 5, a seguir, ilustra esse resultado.

Tabela 5 - Formação continuada

Estudos	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Professores com estudos em nível de Pós-Graduação (especialização, Mestrado ou Doutorado)	8	23
Professores sem estudos de Pós-Graduação	27	77
Total	35	100

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir desses resultados, vemos que apenas uma parcela pequena de professores, 23% de nossa amostra, possui estudos em nível de Pós-Graduação, quer de Especialização, quer de Mestrado ou Doutorado. Em específico, 6 professores possuem Especialização, nas áreas de: ensino de Ciências, ensino de Química, ensino de Matemática e docência no Ensino Superior; 1 professor possui Mestrado em Genética e 1 professor apresenta Doutorado,

também em Genética. Esse percentual revela que nossos professores exibem percentual abaixo da média nacional de professores com essa modalidade de estudo, visto que o levantamento realizado pelo Ministério da Educação (MEC), compilado pelo Observatório do Plano Nacional de Educação (PNE), revelou, no ano de 2014, que a média de professores da Educação Básica com pós-graduação era cerca de 30% (BRASIL, 2014).

Em suma, a caracterização dos professores participantes mostrou que a maioria é do sexo feminino e possui idade entre 36 e 45 anos. Ainda, grande parte cursou licenciatura em Ciências e não fez estudos em nível de Pós-Graduação. Ademais, o tempo médio de atuação na docência em Ciências é de 3 a 8 anos.

4. 2 Resultados da entrevista: ensino e aprendizagem de Ciências na perspectiva docente

Neste item, apresentaremos e discutiremos os resultados da entrevista semiestruturada. Para facilitar a compreensão, dividimos os resultados em categorias, a saber: Categoria 1- Conteúdo mais difícil de ensinar; Categoria 2- Conteúdo mais difícil para os alunos aprenderem; Categoria 3- Dificuldades de aprendizagem em Ciências; Categoria 4- Conteúdo para formação continuada.

Categoria 1- Conteúdo mais difícil de ensinar

Nesta categoria, foram analisadas as respostas dadas às seguintes questões: 1) Você percebe se existem conteúdos em sua disciplina que são mais difíceis de ensinar? Se sim, qual (is)? 2) Em sua opinião, por que esse conteúdo pode ser considerado mais difícil de ensinar? Podemos acompanhar as frequências de respostas, na Tabela 6, em seguida.

Tabela 6 - Conteúdos mais difíceis de ensinar

Conteúdos	Frequência absoluta	Frequência relativa(%)
Astronomia	12	43
Física	4	14
Sexualidade	4	14
Introdução à Química e Física	3	11
Outros conteúdos	5	18
Total de respostas	28	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Na tabela apresentada, podemos acompanhar que os conteúdos citados foram bastante variados e distintos. Vale ressaltar que um dos professores deu mais de uma resposta, isto é, elencou não apenas um, mas dois conteúdos os quais tem dificuldade para ensinar. Ademais, tivemos oito professores que afirmaram não ter dificuldades em ensinar quaisquer conteúdos de Ciências.

A esse respeito, acreditamos que ensinar não é tarefa fácil, ainda que a concepção de ensino e de aprendizagem seja a centrada na transmissão de informações. Mesmo nesse caso, a empreitada de transmissão pode ser laboriosa, porque, quando abordamos o ensino de Ciências, tratamos de um terreno melindroso, por abarcar objetos de conhecimento por vezes distantes e abstratos, tal como uma transformação química ou mesmo um evento astronômico.

Em Carvalho e Gil-Pérez (1998), tem-se o que é necessário um professor saber, para ensinar Ciências. Segundo os autores, o professor precisa conhecer a história das Ciências, a fim de compreender as dificuldades dos alunos, as quais muitas vezes são muito próximas àquelas encontradas ao longo da construção de um campo científico. Por isso, é importante também que se conheça e se compreenda como os cientistas caminham, na construção do conhecimento científico.

Ademais, o docente deve entender que a ciência não é estática. Para tanto, faz-se necessário o conhecimento das interações entre diversos campos do conhecimento, tais como a tríade ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Busca-se, com isso, o despertar para a urgência em atualizar-se quanto aos desenvolvimentos científicos recentes, seus desdobramentos e perspectivas.

Outro ponto diz respeito à seleção de conteúdos que sejam acessíveis aos alunos, ou melhor, é imperioso abordar temáticas que os alunos entendam e que despertem interesse, aspecto o qual corrobora nossas discussões anteriores. Por fim, o docente do ensino de Ciências precisa ter consciência de que sempre será preciso aprofundar conhecimentos ou construir novos, em função das dúvidas dos alunos, de uma nova descoberta científica ou, ainda, de uma mudança curricular (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1998).

Diante de tantos saberes elencados para ensinar Ciências, causa-nos estranheza a resposta desses participantes. Tratamos, aqui, de uma disciplina dinâmica que exige do profissional o mesmo dinamismo. Deixamos claro que, de forma alguma, estamos colocando à prova os saberes ou a qualidade do trabalho desses profissionais. Nosso intuito é de apenas problematizar tal afirmação com a especificidade do trabalho docente, na disciplina de Ciências.

Quanto aos temas levantados pelos professores, a respeito das dificuldades em ensiná-los, observemos que conteúdos bastante heterogêneos foram relatados. Entretanto, o maior percentual de respostas está ligado aos conteúdos da Astronomia. Acompanhemos, a seguir, um excerto que ilustra essa dificuldade:

SAN³: Nesses anos que você está em sala de aula tem algum conteúdo que para você é mais difícil de ensinar? *Tem, principalmente a gente que é da área da Biologia, a parte de Astronomia, aquela parte que envolve mais Geografia, fases da Lua, Estações do Ano eu tenho mais dificuldade.*

Quando indagados sobre os motivos dessa dificuldade em ensinar tais conteúdos, os professores apontaram três grandes aspectos: não estudou na formação inicial; não gosta do conteúdo; são conteúdos muito abstratos.

O primeiro motivo elencado para a dificuldade de ensinar conteúdos da Astronomia está diretamente associado ao fato de que os docentes não tiveram esse conteúdo em suas respectivas graduações. Esse fato não é uma particularidade de nosso estudo, haja vista que outras pesquisas (LEITE, 2006; LANGHI, 2011; GONZATTI et al., 2013) relataram o despreparo dos professores, devido à uma formação inicial e continuada deficitária em conteúdos que perpassam a Astronomia básica. Nossos participantes afirmaram:

DEN: *A parte de Astronomia que eu não tive tanto conhecimento na minha faculdade, mas a gente vai atrás, pesquisando eu não domino esse conteúdo porque na faculdade eu não tive esse conteúdo.*

DAN: *[...] na minha formação inicial, na minha faculdade não foi abordado esse conteúdo. Se fomos pensar bem eu não tenho formação para ensinar os conteúdos de Astronomia.*

Nesse sentido, num triste cenário de formação de professores, temos que corroborar a afirmação de Gonzatti et al. (2013 p. 28): “[...] o nível de conhecimento em temas de Astronomia básica dos professores ainda está aquém do considerado desejável.” É compreensível entender que, se o professor não estudou ou desconhece algum conteúdo, haverá uma consequência em sua prática profissional, refletindo, por exemplo, na insegurança em abordar esses temas ou, ainda, tratando-os de forma superficial. A dificuldade mencionada pelos professores participantes de nossa pesquisa nada mais é que reflexo de um déficit em sua formação.

Interessante sabermos que, conforme as indicações dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 1998b), os conteúdos de Astronomia estão presentes basicamente na disciplina de Ciências. Nesse sentido, era de se esperar que os cursos de graduação que

³ Os excertos são identificados pelas três primeiras iniciais do nome do professor, em letras maiúsculas. A fala da pesquisadora está em negrito e a do participante em itálico.

abrangem a disciplina de Ciências, tais como Ciências Biológicas, Ciências Naturais, Física e Química, preparassem os futuros docentes. Porém, temos visto que isso não acontece, sendo poucos os cursos que oferecem disciplinas ligadas à Astronomia e, dentre estas, em muitas instituições, são apenas de disciplinas optativas (BRETONES, 2006).

Encontramos também respostas de professores que afirmam ter dificuldades em ensinar os conteúdos ligados à Astronomia por, de fato, não gostarem e/ou não terem afinidade com as temáticas. Vejamos:

DAN: Tem algum conteúdo que você tem mais dificuldade para ensinar? *Sim, com certeza Astronomia eu não gosto, particularmente, nunca foi algo que despertasse meu interesse.*

PRI: [...] E tem algum conteúdo que você tem alguma dificuldade para ensinar? *Acho que no início, quando eu comecei a dar aulas, assim, eu não gosto muito de regularidades celestes, então é um tema que eu não gosto [...]*

Sabemos que existem conteúdos escolares, acadêmicos ou de nossa área de atuação dos quais gostamos mais ou menos, conforme nossos interesses e interações. Assim, entendemos que a não afinidade e/ou o não gostar de determinado tema pode ser responsável por gerar uma dificuldade de ensino e também de aprendizagem, ou seja, pode tornar-se um obstáculo, de natureza afetiva, para as interações com esse objeto do conhecimento.

Todavia, no caso da Astronomia, tomamos por hipótese que, se o professor a desconhece, é possível que ele desenvolva uma atitude negativa em relação à temática, que acaba refletindo em um “não gostar” do tema. Langhi e Nardi (2007, p. 94) asseveram, igualmente, que a formação inicial inadequada para o trabalho com os conteúdos de Astronomia pode ocasionar situações gerais de despreparo e

sensação de incapacidade e insegurança ao se trabalhar com o tema, respostas insatisfatórias para os alunos, falta de sugestões de contextualização, bibliografia e assessoria reduzida, e tempo reduzido para pesquisas adicionais a respeito de tópicos astronômicos. (p. 94).

A percepção de que Astronomia envolve um conteúdo muito abstrato também apareceu nas respostas dos professores:

MAR: *Na parte de Astronomia é complicado, mesmo porque a gente não teve muita formação a respeito e também porque é muito abstrato [...]*

ROS: *[...] eu tenho uma dificuldade em falar de Astronomia para os alunos porque nos livros eu vejo que é algo muito amplo, difícil de apalpar [...]*

Entender os elementos do mundo astronômico e seus fenômenos não é simples e exige o conhecimento e a coordenação de muitos elementos complexos, tais como das relações espaciais, causais e temporais entre os objetos e acontecimentos dos cosmos.

Em acréscimo, gostaríamos de chamar a atenção ao fato de que somente três participantes levantaram essa questão, isto é, a dificuldade específica do conteúdo. A frequência absoluta e relativa de respostas pode ser acompanhada na Tabela 7, a seguir.

Tabela 7 - Motivos das dificuldades para ensinar Astronomia

Motivo	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Não teve na formação inicial	7	47
Não gosta do conteúdo	5	33
São conteúdos muito abstratos	3	20
Total de respostas	15	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Nessa tabela, observamos, no total de respostas, que alguns professores elencaram mais de um motivo para sua dificuldade em ensinar conteúdos da Astronomia. Em acréscimo, no decorrer dessa categoria, pudemos verificar que, para os professores investigados, a Astronomia é considerada a temática mais difícil de ensinar, na disciplina de Ciências, no Ensino Fundamental II, devido à necessidade de uma formação inicial específica para esses conteúdos.

Categoria 2- Conteúdo mais difícil para os alunos aprenderem

Dessa categoria fizeram parte as seguintes perguntas: “Existe algum (ou alguns) conteúdo(s) em que os alunos apresentam mais dificuldade? Se sim, qual(is)? e “Em sua opinião, por que os alunos apresentam tal(is) dificuldade(s)?” Vejamos as frequências de respostas na Tabela 8, a seguir.

Tabela 8- Conteúdos mais difíceis para os alunos aprenderem

Conteúdos	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Conteúdos que envolvem a Astronomia	10	36
Introdução à Química e a Física	9	32
Sistemas do corpo humano	4	14
Conteúdos diversos	5	18
Total de respostas	28	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Além disso, na Tabela 8, ressaltam-se as respostas de quatro professores, os quais declararam que os alunos não têm dificuldades na disciplina de Ciências. Vejamos um exemplo:

ROS: [...] e nos alunos você percebe se tem algum conteúdo que eles têm mais dificuldade para aprender? *Eu acho que não porque a gente sempre trabalha bem os conteúdos, passa bem, leva para a sala de vídeo, vai fazer pesquisa na informática, faz trabalhos em grupos, então eu acho que eles acabam assimilando bem.*

Interessante a resposta do professor ROS, quando sustenta que os alunos não têm dificuldade, porque o professor “passa bem” as matérias. Infere-se que sua concepção de ensino e aprendizagem se apoia na transmissão de conteúdos e no papel central do professor, nesses processos.

Em outro extremo, obtivemos o discurso de três profissionais que asseguraram que os alunos têm dificuldades em aprender todos os conteúdos de Ciências. Acompanhemos um excerto:

JOS: E nos alunos você percebe algum conteúdo que eles têm alguma dificuldade em aprender? *A dificuldade de aluno é outra, é falta de pensar, de interpretar. Por que você diz isso? Porque todo texto que você der se você mudar alguma coisinha sair daquilo, mesmo assunto, se você falar de uma maneira diferente eles já não assimilam não. E isso você percebe em todos os anos, de sexto ao nono? Em todos os anos. E com todos os conteúdos de Ciências? Com todos. E tem algum conteúdo que eles vão melhor, que eles deslancham? Não, nenhum [...]*

É possível notar que os conteúdos citados foram bem diversificados, tal qual ocorreu na categoria anterior. Todavia, a maioria dos professores que compuseram nossa amostra declara que o conteúdo de maior dificuldade para os alunos aprenderem também são aqueles ligados à Astronomia.

Quanto aos motivos para a existência dessa dificuldade, os docentes elencaram questões variáveis: conteúdo muito abstrato; envolve raciocínio-lógico; conteúdo que não chama atenção dos alunos; dificuldade na língua portuguesa; falta de observação do mundo; método de trabalho muito tradicional, nos quais se privilegia apenas a transmissão de informações e, ainda, outros.

Os professores que recorreram à ideia de que as dificuldades em aprender conteúdos de Astronomia se dão por se tratar de conteúdos muito abstratos justificaram-na em razão das especificidades do conteúdo, sobretudo, seu caráter não palpável e muito distante do campo de percepção dos alunos, ainda tão preso a elementos concretos. Vejamos:

FAB: [...] quando eu trabalho com Astronomia, para eles é muito difícil imaginar o tamanho do universo, imaginar coisas muito complexas, muito grandes [...]

MAR [...] *muito abstrato aqueles números muito exagerado, são umas coisas tão exageradas, que eles perguntam se isso é real, são coisas assim que eu mesma acho tudo tão absurdo, sabe. [...] mas é muita informação para, às vezes, um aluno de quinta, sexta série que está em um mundo tão naquela coisa de concreto, acho que não se respeita muito fases de vida de um aluno, as fases de desenvolvimento mesmo.*

Em tais afirmações, os professores, embora não abordando nenhum aspecto teórico da construção de conhecimentos, trazem à tona a necessidade de as intervenções pedagógicas levarem em conta o desenvolvimento cognitivo dos alunos, pois, conforme já frisado, é a partir das estruturas cognitivas disponíveis que os sujeitos irão interpretar seu entorno. Nesse sentido, quando abordamos conteúdos científicos, precisamos, muitas vezes, nos aproximar de hipóteses, de esquemas e de modelos, sendo necessária a intervenção das operações formais para sua compreensão.

Obtivemos, igualmente, respostas que mencionaram o fato de a dificuldade em Astronomia estar ligada a uma não compreensão da Matemática, principalmente das relações lógico-matemáticas. Temos o relato de que os alunos não compreendem as proporções, por exemplo, para estimar a distância entre planetas – conteúdo abordado, no Estado de São Paulo, no 7º ano do Ensino Fundamental II (SÃO PAULO, 2010). Tal dificuldade com os conteúdos matemáticos reflete, na perspectiva docente, igual dificuldade na disciplina de Ciências. Acompanhemos alguns excertos:

CRIS: [...] *eles têm assim, quando tem raciocínio lógico, alguma coisa desse tipo, eles têm muita dificuldade para entender. **Como assim raciocínio lógico, você pode me explicar?** É assim, vamos supor, para calcular a distância entre planetas. É quando entra a parte da matemática, aí eles têm muitas dificuldades.*

CARL: [...] *quando é Astronomia, a gente tem uns vídeos e tudo mais, mas eu percebo que para eles fica um pouco distante, quando você vai falar dos planetas, das órbitas, das distâncias, eu costumo fazer o cálculo da distância entre a Terra e o Sol, aí entra Matemática no meio, eu provo para eles qual é a distância e tal, mas eu sinto que para eles fica ainda distante [...]*

Outras respostas remeteram à circunstância de os alunos terem dificuldades devido a não se interessarem por tais conteúdos, isto é, na concepção de alguns docentes, os temas do mundo da Astronomia não chamam a atenção dos alunos. Os excertos, a seguir, ilustram essa ideia:

ELI: [...] *eles têm dificuldade em guardar o nome dos planetas, de saber a posição, as galáxias, eles não sabem definir direito, por mais que você passe vídeo, passe histórias eles têm um pouco de dificuldade [...] Eu acho que não é uma coisa que chama atenção deles, eles não se interessam, inclusive quando você mexe com as estações do ano, eles parecem que não se interessam e é da vida deles.*

MARC: [...] *olha, esse ano eu dei aula em cinco salas da série que trabalha esse conteúdo e só uma aluna de todas as salas que disse pra mim “eu gosto disso, eu procuro essas coisas na internet”, só. **Os outros não tinham nenhuma***

curiosidade? *Não, assim eles já tinham visto no ensino fundamental de primeira a quarta, eles já viram, mas não despertou o interesse.*

Ademais, alguns professores ressaltaram que muitos alunos apresentam dificuldades na disciplina de Língua Portuguesa. Para esses participantes, tais dificuldades refletiriam em uma dificuldade em Ciências, tal qual fora sublinhado quando abordamos os conteúdos da Matemática. A esse respeito:

CRIS: *Eles têm muita dificuldade, assim, de elaborar conceitos próprios, argumentar, então eles têm dificuldade de português, de interpretar, argumentar, então aí já prejudica em Ciências [...]*

FAB: *[...] a falta do Português tem me deixado assim perplexo, entra turma e sai turma, em qualquer região da cidade, não é nem só leitura e escrita porque isso acaba sendo consequência, é a falta de interpretação [...]*

Por outro lado, um participante atribuiu as dificuldades de aprendizagem em conteúdos de Ciências, especialmente de Astronomia, à falta de observação do mundo, isto é, para esse profissional, atualmente, os alunos não atentam aos fenômenos do mundo natural e, por isso, não conseguem reconhecê-los em sala de aula ou tampouco o inverso. Vejamos:

MAR: **E por que você acha então que os alunos têm dificuldade nesse conteúdo?** *Pela falta de observação, eles não param mais para olhar o que acontece ao redor deles [...]*

Um participante fez referência à circunstância de os professores utilizarem um método de ensino muito tradicional, o qual não proporciona um aprendizado significativo. Dessa forma, os alunos seguem o percurso escolar sem aprender ou com muitas dúvidas acerca da temática. Observemos:

CAR: *Os professores vêm para ensinar, mas de um jeito muito tradicional, que só eles falam, não dão aulas práticas, infelizmente tem muitos colegas assim [...]*

Vale dizer que o participante CAR apenas apontou a prática de outros professores, contudo, em momento algum da entrevista colocou-se como um professor tradicional, isto é, ele descreveu práticas que aconteciam e poderiam ser motivos para as dificuldades em conteúdos da Astronomia.

Outros motivos para as dificuldades de aprendizagem em Astronomia foram citados. No entanto, foram pontuações muito gerais e podem ser atribuídas a quaisquer conteúdos, de qualquer disciplina. Nesse sentido, foi citado o uso do celular em sala de aula, a progressão continuada e a ausência de hábitos de estudo por parte dos alunos. Acompanhemos:

CAL: [...] um dos maiores problemas é o aluno que só fica no celular, tem a lei, a gente toma algumas ações [...] mas eles ficam no celular porque eles acham mais atrativo que a aula.

CAR: [...] a progressão acaba com tudo a gente passa o aluno sem ele saber.

ADR: [...] o que eu sinto é assim, é falta de empenho deles. Então se eles tivessem um pouquinho mais de empenho eles aprenderiam muito mais fácil [...]

Na Tabela 9, a seguir, expõe-se a frequência absoluta dos motivos elencados para as possíveis dificuldades de aprendizagem nos conteúdos de Astronomia.

Tabela 9 - Motivos das dificuldades em aprender Astronomia

Motivos	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Conteúdo muito abstrato	6	35
Envolve raciocínio lógico	2	12
Conteúdo que não chama atenção dos alunos	2	12
Dificuldade na língua portuguesa	2	12
Falta de observação do mundo	1	6
Método de trabalho muito tradicional	1	6
Outros	3	17
Total de respostas	17	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Categoria 3- Dificuldades de aprendizagem em Ciências

Reunimos, nesta parte, as questões que tiveram por objetivo conhecer um pouco mais a percepção dos docentes sobre as dificuldades de aprendizagem nos conteúdos da disciplina Ciências, ao longo do Ensino Fundamental II. Os questionamentos que compõem o presente eixo são: “Você já teve alunos com dificuldades de aprendizagem em Ciências?” e “Você acha possível um aluno ter dificuldades de aprendizagem somente em Ciências? Por quê?”

Nossa análise revelou que trinta e três professores (95%) afirmaram que, durante sua trajetória profissional, tiveram alunos com dificuldades de aprendizagem em Ciências, enquanto apenas dois professores (5%) asseguraram que nunca tiveram alunos com dificuldades, nessa disciplina. Esse último resultado nos chamou a atenção pois, na categoria anterior, quando perguntamos se os professores percebiam algum conteúdo o qual os alunos tinham dificuldade em aprender, tivemos uma resposta afirmativa somente de quatro participantes. No entanto, em uma pergunta mais geral, tal qual a desta categoria, mais

professores assumiram já terem ministrado aulas para alunos com dificuldades, na disciplina em questão.

Creemos que isso aconteceu em função de a pergunta anterior se referir, em especial, a conteúdos específicos e, nesse caso, alguns professores não elencaram dificuldades; entretanto, ao serem levados a pensar nos aspectos gerais da disciplina e no exercício da docência em Ciências, foi possível perceber mais casos de dificuldades de aprendizagem entre os alunos.

Outra indagação que integrou essa terceira categoria foi: “Você acha possível um aluno ter dificuldade de aprendizagem só em Ciências?” Nesse caso, para trinta e um participantes (89%), não é possível um aluno ter dificuldades somente em Ciências, ao passo que, para quatro docentes (11%), tal dificuldade, apenas nessa disciplina específica, pode acontecer.

Em especial, para justificar a não possibilidade de um aluno ter dificuldades somente em Ciências, acompanhemos, na Tabela 10, a seguir, os motivos elencados.

Tabela 10 - Motivos para as dificuldades de aprendizagem não acontecerem somente na disciplina de Ciências

Motivos	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Só acontece a dificuldade em Ciências, caso o aluno tenha dificuldades em outras matérias também	28	77
Ciências é uma disciplina fácil e os alunos gostam porque é dinâmica	8	23
Total de respostas	36	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Muitos professores citaram não ser possível o aluno apresentar uma dificuldade específica na disciplina de Ciências e, ainda, observaram que, se acontece uma dificuldade, certamente, ele a apresenta em outras matérias escolares, por exemplo:

MAR: [...] *Ciências precisa da leitura da escrita, então não tem jeito de ter só em Ciências.*

NEL: [...] *se ele tem dificuldade em Ciências, é porque ele não sabe interpretar um texto, então o déficit dele não foi em Ciências, foi em Português porque não aprendeu a interpretar um texto, responder uma questão, se ele não aprendeu isso, já não entende Ciências.*

DEN: *Normalmente, assim, pelo que a gente vê nos conselhos ou até mesmo nas aulas de trabalho coletivo a gente percebe que não é só na minha matéria, mas nas outras também.*

Outros docentes garantiram que a disciplina em questão é fácil e prazerosa, por tratar-se de um conjunto de conteúdos que busca explicar o cotidiano dos alunos e como os fenômenos físicos, químicos e biológicos acontecem. Logo, as dificuldades não aconteceriam:

ADR: *[...] um aluno com dificuldade só em Ciências não acontece, Ciências é uma matéria fácil ela é gostosa, envolve o nosso cotidiano [...]*

REJ: *Porque Ciências é como eu te disse, ela é dinâmica, é uma coisa que está no cotidiano, são coisas de interesse, explicam o porquê das coisas, como funciona então isso já é uma coisa motivadora e para você aprender precisa estar motivado [...]*

Por sua vez, tivemos um percentual de docentes que afirmaram ser possível a existência de uma dificuldade de aprendizagem somente na disciplina de Ciências. Observemos os motivos elencados na Tabela 11, na sequência.

Tabela 11 - Motivos para dificuldades de aprendizagem na disciplina de Ciências

Motivos	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Não gosta de Ciências	2	50
Depende de como a disciplina é abordada pelo professor	1	25
Dificuldades em alguns conteúdos da disciplina	1	25
Total de respostas	4	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Na visão de alguns professores, o aluno pode ter alguma dificuldade nos conteúdos de Ciências, por não gostar da disciplina, como as seguintes falas ilustram:

CARL: *Acho que pode acontecer porque tem aluno que não gosta mesmo da disciplina [...]*

AND: *Ah, acho que sim, pela afinidade porque tem aluno meu que fala que não gosta.*

Um docente comentou acreditar que a dificuldade pode estar ligada à maneira como a disciplina é conduzida:

ROS: *[...] o que leva o aluno a ter uma dificuldade em uma matéria é a forma como a Ciência vai ser abordada, então falar de Ciência precisa de uma dinâmica e uma interação com o aluno muito boa [...]*

Por fim, temos a resposta de um docente que relata a circunstância de a dificuldade não ser em todos os conteúdos da disciplina, mas em alguns conteúdos que são mais complexos e podem ser de difícil entendimento:

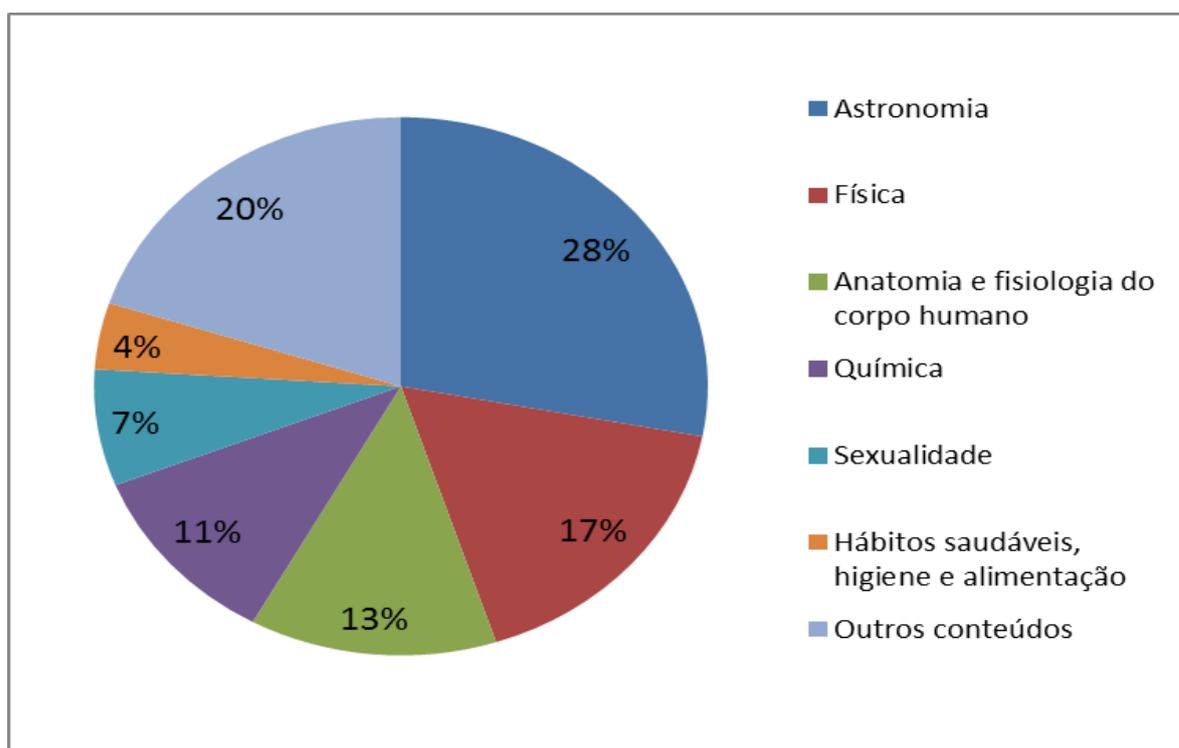
DAN: *Eu acho que pode acontecer dele ter dificuldade não em Ciências em geral, mas em alguns conteúdos que para ele seja mais complexo [...]*

O excerto apresentado mostra-se também relevante para nossa tese, uma vez que ele particulariza alguns conteúdos de Ciências que, na realidade, podem ser mais difíceis, quando tratados sob a ótica da construção de conhecimentos. Pensamos, aqui, em conteúdos mais abstratos, os quais exigem a construção de modelos ou a intervenção de um aparato mental operatório formal, tais como questões da Astronomia, da Química, da Genética, entre outras.

Categoria 4- Conteúdo para formação continuada

Por fim, indagamos aos professores: “Caso você fosse participar de uma formação continuada que tratasse de conteúdos de Ciências, qual conteúdo você acha interessante fazer parte dessa formação? Por quê?” Acompanhem os resultados, no Gráfico 1, a seguir:

Gráfico 1 - Conteúdos de interesse dos professores em uma formação continuada



Fonte: Dados da pesquisa.

O conteúdo mais citado pelos professores como sendo aquele que despertaria o interesse em participar de uma formação continuada, novamente, foi Astronomia. Notemos que esse resultado vem ao encontro da afirmação inicial desses docentes, no que diz respeito às suas dificuldades em ensinar esse tema, especialmente pela ausência de tais conteúdos em suas formações iniciais. Em acréscimo, não podemos deixar de considerar o percentual de 17% de respostas que indicaram a necessidade de trabalhar uma formação continuada com conteúdos da Física, os quais, por sua natureza, relacionam-se diretamente aos conteúdos da Astronomia.

Outro percentual significativo, com somatória de 20%, foi o da parcela denominada “outros”, onde distintos conteúdos foram citados, ocasionalmente, em algumas respostas, tais como: microbiologia, assuntos pedagógicos (como lidar com as dificuldades de aprendizagem), segurança alimentar, drogas, produção de energia, origem da vida, seres vivos (classificação), educação ambiental (conservação da fauna e flora), prevenção de doenças e aulas práticas.

A respeito do conteúdo mais citado, na literatura sobre o ensino de Ciências, principalmente sobre a educação em Astronomia, no Ensino Fundamental II, existem importantes trabalhos que se concentraram na formação continuada de professores, privilegiando conteúdos da Astronomia básica (LEITE, 2006; BRETONES, 2006; IACHEL, 2009, MENEZES, 2011, FERREIRA, 2013).

Por meio dos resultados das referidas pesquisas, é possível observar que a formação continuada de professores para o ensino de conteúdos da Astronomia na escola é relevante, não apenas pela aquisição de conhecimentos, mas igualmente pela possibilidade de o professor tornar-se reflexivo quanto às habilidades e competências adjacentes a essa temática, na escola. Para tanto, as formações precisam alinhar os conteúdos disciplinares com a formação pedagógica (LEITE, 2006; BRETONES, 2006, IACHEL, 2009). Outras necessidades, ainda, passam pela inevitabilidade da utilização de recursos digitais (MENEZES, 2011) e não digitais, como, por exemplo, o ajuste entre as possibilidades advindas da observação dos fenômenos celestes com os modelos mais aceitos na ciência astronômica (FERREIRA, 2013).

No entanto, frente aos nossos achados, questionamo-nos acerca das intervenções pedagógicas, tendo em vista que um principal propósito da formação continuada deve ser a contribuição direta para a prática profissional do professor, ou seja, a mudança em suas ações sustentadas por um saber que alicerce e justifique seu fazer pedagógico. Dessa maneira, as pesquisas relacionadas à intervenção docente podem fornecer uma possível contribuição

direta na aprendizagem dos alunos e, ainda, sinalizarem caminhos para formação de professores e reformas curriculares.

Como pudemos verificar, temos pesquisas que se aproximam da formação contínua para conteúdos da Astronomia na escola, mas, de acordo com as dificuldades relatadas pelos participantes de nossa pesquisa, notamos poucos estudos (TAXINI et al., 2012; LAGO, 2013) que se debruçaram sobre investigar, acompanhar ou mesmo intervir no trabalho com tais conteúdos, junto aos alunos do Ensino Fundamental II. Ademais, não encontramos trabalhos que se dispuseram a pautar suas intervenções em pressupostos piagetianos.

Diante do exposto, como objeto de nossa tese, propusemo-nos a aplicação de uma intervenção pedagógica para conteúdos de Astronomia do Ensino Fundamental II. Em específico, buscamos ampará-la no emprego de uma metodologia ativa, em consonância com os pressupostos do construtivismo piagetiano.

Em acréscimo, durante a realização de nosso levantamento bibliográfico sobre as pesquisas de educação em Astronomia, deparamos com uma grande dificuldade de alunos e até mesmo de professores em compreender o fenômeno das fases da Lua e dos Eclipses (CAMINO, 1995; TRUMPER, 2011; LAGO, 2013). Lembramo-nos ainda de que, em nossa experiência docente no Ensino Fundamental II, com a disciplina de Ciências, essa temática costumava estar acompanhada de dificuldades de compreensão pelos alunos. Assim, definimos as fases da Lua e os Eclipses como temas de nossa intervenção pedagógica.

No capítulo seguinte, procuraremos apresentar melhor e problematizar nosso tema de investigação, comentando pesquisas empreendidas no campo da educação em Astronomia, bem como apoiadas em discussões nos âmbitos da ciência e do currículo escolar. Discutiremos também os desdobramentos decorrentes de tais problematizações: uma possibilidade de olhar para a compreensão das fases da Lua e dos Eclipses em relação à construção de perspectivas espaciais.

5 FASES DA LUA E ECLIPSES: UM CONTEÚDO DE ASTRONOMIA NO CURRÍCULO ESCOLAR, NA CIÊNCIA E EM PESQUISAS

Os resultados da entrevista com os professores de Ciências, em conjunto com os achados de um levantamento inicial sobre educação em Astronomia, no Ensino Fundamental II, nos encaminharam para o trabalho com os conteúdos fases da Lua e os Eclipses. Tais temas são encantadores, misteriosos e dotados de poeticidade, porém, ao mesmo tempo, são temas de difícil compreensão, tanto para ensinar quanto para aprender.

Entretanto, um fato incontestável é que os acontecimentos astronômicos estão presentes em nossas vidas. Por mais que muitos desses fenômenos sejam passíveis de observação, tais como o dia e a noite, as estrelas, as fases da Lua, os Eclipses, entre outros, somente a percepção desses corpos celestes e dos eventos cósmicos não garante que eles sejam compreendidos em sua plenitude.

Com efeito, há milhares de anos o ser humano busca explicações para os fatos naturais. Ao longo da história da humanidade, podemos encontrar muitos percursos até a constituição da Astronomia enquanto ciência. Nesse sentido, fábulas, lendas e mitos foram utilizados para elucidar eventos relacionados aos astros. Para exemplificar, vejamos a explicação dos índios tupis-guaranis sobre o que acontece durante a ocorrência dos Eclipses:

[...] a onça (xivi, em guarani) sempre persegue os irmãos Sol e Lua. Na ocasião do Eclipse solar (kuarayonheama) ou do lunar (jaxyonheama), os indígenas fazem a maior algazarra, com o objetivo de espantar a Onça Celeste, pois acreditam que o fim do mundo ocorrerá quando ela devorar a Lua, o Sol e os outros astros, fazendo com que a Terra caia na mais completa escuridão (AFONSO, 2006, p. 51-52).

Em um cenário crescente de divulgação científica, parece inconcebível, hoje, tendermos a acreditar nesse tipo de explicação, sobretudo pela presença de muitos elementos fabulados. No entanto, temos que reconhecer que os conceitos astronômicos não são de simples compreensão, por terem características muito próprias, uma vez que são objetos de conhecimento de natureza física, todavia, a ação sobre eles não está confinada ao controle tátil, mas à manipulação mental.

A essa natureza física acrescentam-se as relações lógico-matemáticas que devem ser elaboradas para um entendimento global das questões astronômicas, por exemplo, compreender a órbita da Terra ao redor do Sol, ao mesmo tempo em que ela gira em torno de si mesma. Imaginar que, enquanto tais movimentos acontecem, os demais planetas orbitam também ao redor do Sol e que satélites acompanham a translação desses planetas.

Para além, temos ainda que levar em conta a natureza social desse objeto de conhecimento, porque é preciso saber, ao menos no âmbito escolar, o nome das fases da Lua, dos planetas, dos movimentos da Terra e da Lua, da nossa galáxia, definir o que é uma constelação, entre outras informações.

Vejamos que coordenar todos esses elementos, conceituações, ideias de senso comum e de perspectiva científica exige um trabalho ativo, por parte dos sujeitos. Nesse sentido, ratificamos a afirmação de Gomes (2007, p. 75): “[...] o conhecimento astronômico, embora sustentado em suas particularidades pelas aquisições em todas as áreas do conhecimento humano faz-se único pelo fato de ser toda leitura ou toda informação sobre o assunto de ordem inferencial [...]”.

Para se apropriar de um conhecimento pleno, no campo da Astronomia, faz-se necessário empregar e extrapolar conhecimentos de diversas áreas. Assim, aspectos da Biologia, da Matemática, da Física, da Química e de tantas outras ciências precisam se relacionar. Para isso, esses temas devem ser recorrentes e, em distintos momentos de nossa vida e de nossa escolarização, precisamos nos aprofundar e pensar sobre essas questões.

Em especial, sobre a escola, detalharemos no próximo item de que maneira a Astronomia se insere nesse ambiente, por meio das diretrizes presentes nos documentos que norteiam a educação, em nosso país.

5.1 As fases da Lua e os Eclipses em currículo

Na Educação Infantil, temos a primeira etapa para a Educação Básica, de modo que as crianças de zero a três anos são atendidas, em caráter facultativo, nas creches, e as de quatro e cinco anos, com matrículas obrigatórias, nas pré-escolas.

Encontramos, nos documentos oficiais de referência para essa primeira etapa da escolarização, indicações para a exploração de temas que despertem a curiosidade das crianças, por intermédio da observação e exploração. Nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil – DCNEI (BRASIL, 2010), embora não exista uma orientação em específico para o trabalho com conteúdos da Astronomia, é possível verificar que essa temática é contemplada, quando se faz a afirmação de que as experiências da Educação Infantil precisam incentivar “[...] a curiosidade, a exploração, o encantamento, o questionamento, a indagação e o conhecimento das crianças em relação ao mundo físico e social, ao tempo e à natureza.” (BRASIL, 2010).

Da mesma maneira, no Referencial Curricular Nacional para Educação Infantil – RCNEI (BRASIL, 1998a), é possível encontrar, no eixo “Natureza e Sociedade”, a indicação para o trabalho com temas da Astronomia básica, principalmente aqueles que despertam maior curiosidade nas crianças, como, por exemplo, as estrelas, os planetas e a Lua.

Tais temas devem ser introduzidos às crianças, na faixa etária de 4 a 6 anos, já que, nessa idade, se espera que as crianças já possam começar a refletir sobre os fenômenos da natureza:

Perguntas como “Por que o sol não cai do céu?”, “Para onde ele vai durante a noite?”, ou “Por que a Lua às vezes aparece de dia?” permitem que as crianças possam manifestar suas hipóteses sobre esses fenômenos e, pelo trabalho do professor, modificá-las gradualmente, à medida que novos conhecimentos possam ser integrados àqueles que elas já possuem (BRASIL, 1998a, p. 192).

Dessa forma, recomenda-se que o trabalho educativo a ser desenvolvido deve envolver a observação direta dos fenômenos ou observação indireta, por meio de imagens, vídeos, desenhos. Ademais, existe indicação para o emprego de jogos com luz e sombra, os quais são de extrema importância para pensar futuramente, por exemplo, na razão da Lua refletir a luz do Sol e a existência das fases da Lua e dos Eclipses.

Nessa modalidade de ensino, certamente, não se espera que as crianças compreendam a Astronomia de forma global e conceitual. Este seria um trabalho impossível, em especial, pelo alto grau de abstração exigido. Entretanto, é desejável que as crianças comecem a pensar e observar o mundo ao seu redor e consigam organizar suas próprias ideias sobre como acontecem os fenômenos naturais ligados à Astronomia, construindo suas hipóteses sobre o assunto.

Avançando para o Ensino Fundamental, nos PCN temos a divisão do ensino em quatro ciclos: os dois primeiros correspondem às séries iniciais do Ensino Fundamental, ou seja, do primeiro ao quinto ano, enquanto os dois últimos fazem referência às séries finais do Ensino Fundamental, correspondendo do sexto ao nono ano.

Especificamente para o ensino de Ciências, têm-se os Parâmetros Curriculares de Ciências Naturais, que é dividido nos seguintes eixos: Terra e Universo, Vida e Ambiente, Ser Humano e Saúde e Tecnologia e Sociedade.

Interessante apontarmos que as temáticas ligadas à Astronomia estão contempladas no eixo Terra e Universo, contudo, só aparecem a partir do terceiro ciclo, o qual corresponde ao sexto ano do Ensino Fundamental. Assim, nos PCN, não há indicações específicas para o trabalho com essa temática, nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

No que tange às recomendações para o ensino de sexto ao nono ano, as indicações dos PCN fornecem uma série de conceitos, procedimentos e atitudes a serem trabalhados nas escolas. As indicações são (BRASIL, 1998b, p. 95-96):

- Identificação, mediante observação direta, de algumas constelações, estrelas e planetas recorrentes no céu do hemisfério Sul durante o ano, compreendendo que os corpos celestes vistos no céu estão a diferentes distâncias da Terra;
- Identificação da atração gravitacional da Terra como a força que mantém pessoas e objetos presos ao solo ou que os faz cair, que causa marés e que é responsável pela manutenção de um astro em órbita de outro;
- Estabelecimento de relação entre os diferentes períodos iluminados de um dia e as estações do ano, mediante observação direta local e interpretação de informações deste fato nas diferentes regiões terrestres, para compreensão do modelo heliocêntrico;
- Comparação entre as teorias geocêntrica e heliocêntrica, considerando os movimentos do Sol e demais estrelas observados diariamente em relação ao horizonte e o pensamento da civilização ocidental nos séculos XVI e XVII;
- Reconhecimento da organização estrutural da Terra, estabelecendo relações espaciais e temporais em sua dinâmica e composição;
- Valorização do conhecimento historicamente acumulado, considerando o papel de novas tecnologias e o embate de ideias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje.

Os procedimentos adotados, tais como a observação, a identificação e a reflexão são essenciais para a compreensão da ciência e, em específico, da Astronomia. Não há como pensar um processo de ensino e aprendizagem desvinculado desses procedimentos e, por conseguinte, das atitudes a eles relacionadas.

No Ensino Médio, os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio - PCN+ (BRASIL, 2000) enfatizam que alguns conteúdos, já abrangidos no Ensino Fundamental II, precisam ser revistos e, por isso, apresentam suas sugestões na forma de temas estruturadores – Universo, Terra e Vida. Nesses temas, podem ser abarcados conteúdos sobre a Terra e o Sistema Solar e sobre o Universo e sua origem.

Entendemos que a preocupação no Ensino Médio é a de ampliar o que fora trabalhado no Ensino Fundamental, com o objetivo de sistematizar conhecimentos de forma mais elaborada, principalmente com a ajuda de conceitos da Filosofia, da Química, da Física e da Biologia, reorganizando e dando novo significado às informações até então abordadas.

Ressalta-se que as informações contidas nos PCN são parâmetros e não uma estrutura rígida a ser seguida, apesar de conter elementos essenciais para a compreensão da Astronomia básica. Nesse sentido, cada Estado e município têm autonomia para pensar e praticar uma proposta curricular que seja adequada às suas necessidades e suas características regionais.

Diante desse cenário, no ano de 2008, o Estado de São Paulo lançou uma proposta curricular com o objetivo de orientar o trabalho dos professores da rede estadual do Ensino

Fundamental e Médio, bem como obter uma base curricular comum a todo o Estado. Assim, a partir da primeira fase de implantação, no ano de 2010, a Proposta Curricular do Estado de São Paulo passou a ser denominada Currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2010).

A respeito da disciplina de Ciências, existem quatro eixos a serem trabalhados, ao longo dos anos do Ensino Fundamental II: Vida e ambiente; Ciência e tecnologia; Ser humano e saúde e Terra e universo, no qual se insere o ensino de Astronomia. Durante os anos escolares, tais conteúdos aparecem, respectivamente, no 4º bimestre do 6º ano, no primeiro bimestre do 7º ano e no 3º bimestre do 8º ano.

No 9º ano, tal eixo não é diretamente trabalhado, pois existe uma ênfase maior no eixo Ciência e tecnologia, abordando-se, por conseguinte, questões de Tecnologia e Sociedade e privilegiando-se, por exemplo, assuntos a propósito da compreensão de ondas eletromagnéticas, luz e radiação.

Vejam, no Quadro 3, a seguir, a distribuição nos anos do Ensino Fundamental II, dos conteúdos do eixo Terra e Universo que fazem referência ao ensino de Astronomia.

Quadro 3 - Conteúdos relacionados à Astronomia distribuídos ao longo do Ensino Fundamental II

6º ano/4º bimestre Planeta Terra: característica e estrutura	7º ano/1º bimestre Olhando para o céu	8º ano/3º bimestre Planeta Terra e sua vizinhança cósmica
Dimensão e estrutura do planeta Terra	O Sol, a Lua, os Planetas, as estrelas e as galáxias.	Estações do ano
Diferentes representações do planeta	Localização de estrelas e constelações	Sistema Sol, Terra e Lua
Estimativas de tamanho do Planeta Terra	Movimentos dos astros	Fases da Lua
Rotação da Terra e diferentes intensidades de iluminação solar	Orientação Leste e Oeste; Norte e Sul	Eclipses
Dia e noite	O Sol e os planetas no espaço, distâncias e tamanhos na dimensão do sistema solar e representação em escala	Conceito de galáxia
Medidas de tempo		

Fonte: Adaptado do Currículo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (SÃO PAULO, 2010).

Os conteúdos indicados no currículo possuem propostas sobre como devem ser trabalhados. Assim, somados ao currículo, existem dois materiais de apoio, os denominados Cadernos de Ciências, em versão para o professor e para o aluno, os quais são distribuídos

semestralmente pelas Diretorias de Ensino às escolas, ou seja, para cada ano escolar, existem dois volumes de tais materiais.

Ao analisar, brevemente, a disposição dos conteúdos, parece-nos claro que há uma preocupação em partir do que é mais próximo para o aluno. Nesse sentido, no sexto ano, inicia-se com conteúdos relacionados ao Planeta Terra e fenômenos mais próximos, como o dia e a noite. No ano seguinte, os objetos vão se distanciando, de sorte que se procura contemplar corpos celestes tidos como menos próximos, detalhando-se a existência de outros planetas e sua relação com a Terra.

Já no último ano do Ensino Fundamental, no qual os conteúdos astronômicos são contemplados, a preocupação está em explicar fenômenos mais complexos, isto é, que exigem a coordenação de mais elementos, tais como as estações do ano, as fases da Lua e os Eclipses, além de situar tudo o que fora anteriormente estudado dentro de algo mais amplo, tal qual nossa galáxia.

Em destaque, no Quadro 3, que acabamos de expor, os conteúdos das fases da Lua e dos Eclipses são ofertados aos alunos do 8º ano, durante o terceiro bimestre. Vale lembrar que esses não são os únicos temas abordados e, para que os demais conteúdos de Astronomia, previstos para o bimestre, sejam trabalhados, recomenda-se a adoção de três etapas equivalentes a, aproximadamente, 6 horas/aulas, para a exploração, em específico, dos temas de nosso estudo. Acompanhem, no próximo item, de que maneira se sugere a condução dessa situação de aprendizagem.

5.1.1 Uma análise das atividades para os conteúdos fases da Lua e Eclipses na rede pública do Estado de São Paulo

De acordo com o currículo do Estado de São Paulo, na disciplina de Ciências, no terceiro bimestre do oitavo ano, são abordados os conteúdos de Astronomia básica que tratam das estações do ano, do sistema Sol-Terra-Lua, das fases da Lua e das galáxias (SÃO PAULO, 2010).

A respeito de nossos temas de investigação, o conteúdo Eclipses não aparece descrito como um conteúdo específico de trabalho, mas, no caderno de orientação para o professor e de atividades para o aluno, existe um texto informativo sobre o assunto. No entanto, a sequência didática dá ênfase à compreensão do fenômeno das fases da Lua:

Por meio de três etapas, espera-se que os alunos reconheçam a periodicidade das fases da Lua e se apropriem de um modelo explicativo para esse fenômeno,

compreendendo as variadas formas como a Lua e o Sol foram vistos em diferentes culturas (São Paulo, 2010, p. 35- caderno do professor).

As três etapas que devem ser empregadas denominam-se: 1) Regularidades das fases da Lua; 2) Explicando as fases da Lua; 3) Significados da Lua e Sol em diferentes culturas. Em cada uma delas, diferentes objetivos são traçados e, a partir deles, distintas atividades são apresentadas ao longo da sequência didática.

Na primeira etapa, relacionada às regularidades das fases da Lua, tem-se por objetivo que os educandos reconheçam a periodicidade das fases e que esse reconhecimento seja associado ao movimento orbital do astro (SÃO PAULO, 2010). Para tanto, solicita-se que os alunos respondam em seu caderno de atividades qual o tempo de intervalo entre cada uma das quatro principais fases da Lua.

Após, desenvolve-se uma primeira atividade de observação de um calendário ou agenda que contenha as fases lunares. Com base nessa observação, preenche-se uma tabela com as datas de início e de fim de cada uma das fases lunares, sublinhando tal regularidade em três meses sequenciais. Por fim, pede-se a comparação entre a resposta inicial e dos achados obtidos na observação dos calendários.

Nessa introdução à temática, vemos que existe a preocupação em conhecer as ideias prévias dos estudantes, por ocasião do questionamento inicial. Entretanto, acreditamos que poderia haver uma discussão mais geral, com questões, tais como: o que vocês sabem sobre a Lua? Vocês a observam, quais formas vocês já puderam ver? Essas formas possuem nomes específicos? Quais são? Etc. O questionamento, tal qual está proposto, torna-se muito direcionado, e nos perguntamos se, de fato, ele permite que se conheçam as ideias espontâneas dos alunos, porque eles já são sugeridos a pensar na existência de uma regularidade na ocorrência das fases.

Quanto à observação do calendário, embora seja uma proposta válida e coerente com a manipulação de objetos, pensamos que a observação direta da Lua, por um tempo viável e sugerida pouco antes do início da sequência didática, poderia ser mais desafiadora. Compreendendo a importância das atividades de observação na educação em Astronomia, Soler (2012) dedicou-se, em sua investigação, a verificar se as atividades propostas no currículo do Estado de São Paulo estavam ligadas à prática de observação do céu, tendo concluído que, mesmo presente em algumas sequências didáticas, a observação do céu, dos astros e dos fenômenos ainda é restrita.

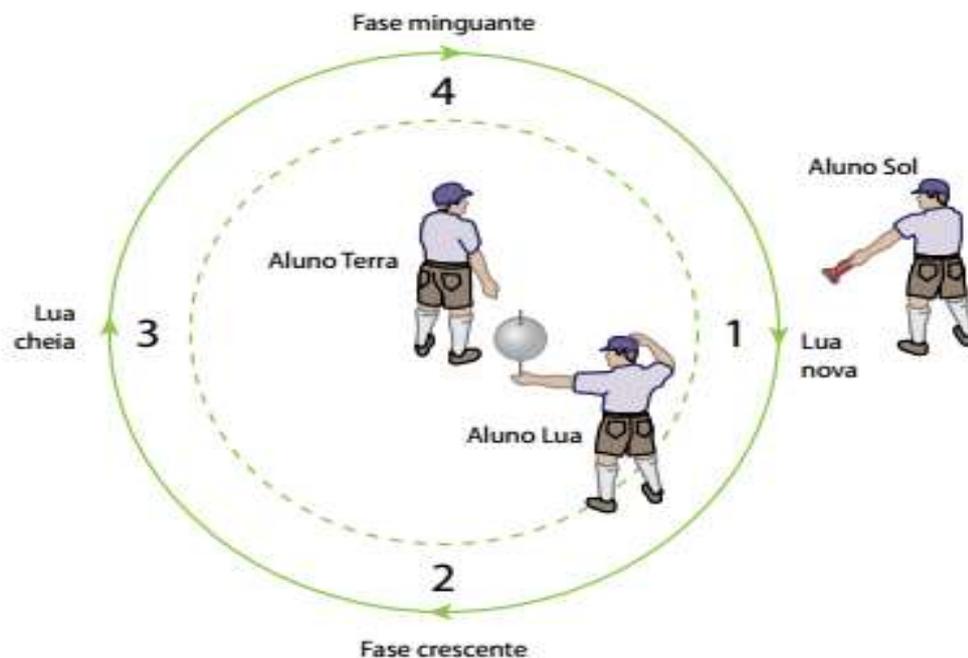
Em progresso, como orientação no caderno do professor, ao final dessa etapa inicial, sugere-se que sejam fornecidas informações referentes à órbita da Lua ao redor da Terra

(lunação) e sobre o motivo de vermos ou não certas fases da Lua, à noite ou durante o dia. Nesse aspecto, vemos a preocupação na transmissão de informações, as quais são necessárias, mas que poderiam, igualmente, ser investigadas, por meio do encaminhamento de uma pesquisa escolar, por exemplo.

A segunda etapa busca trazer um modelo explicativo para a ocorrência das fases lunares. Em seu início, os alunos devem responder, no caderno de atividades, o que causa o aparecimento das fases da Lua; nas recomendações dirigidas aos professores, dá-se o destaque para o fato de que os alunos, provavelmente, não fornecerão respostas “corretas”, no âmbito científico, mas o objetivo desse momento é o de exposição de ideias.

Em sequência, os alunos são convidados a realizar uma simulação das fases da Lua, com a ajuda de bolas de isopor e lanternas. Vejamos, na Figura 1, a seguir, como a simulação é encaminhada:

Figura 1 - Proposta para simulação das fases da Lua



Fonte: SÃO PAULO (2014 -2017, p. 38. Caderno do professor).

Nessa proposta de atividade, os alunos, em pequenos grupos, vão retratando os movimentos da Lua ao redor da Terra e, desta, ao redor do Sol. O observador (aluno Terra) vai acompanhado as distintas quantidades de luz que a bola de isopor (Lua) vai recebendo, nas diferentes posições que assume, em analogia com a explicação científica para a ocorrência das fases lunares.

Ainda, por meio de tal simulação e anotando suas respostas em seus cadernos de atividades individuais, os alunos se deparam com uma questão acerca dos Eclipses, já que as posições 1 e 3 correspondem a Eclipses solar e lunar, respectivamente. Questiona-se, assim, se existem Eclipses semanais e de que maneira os estudantes podem resolver essa questão.

Nas orientações para os professores, solicita-se que seja realizada uma nova simulação, mas agora inclinando o plano da Lua em relação à Terra (a órbita da Lua tem inclinação de 5 graus em relação ao plano orbital da Terra), para que os alunos percebam o motivo da não ocorrência de Eclipses semanais. Ressalta-se, ainda, que as questões dos Eclipses serão retomadas no Ensino Médio.

Ao final dessa segunda etapa, os alunos devem registrar o que aprenderam e responder a uma questão de múltipla escolha, a qual versa acerca da diferença nas formas da Lua minguante e da Lua crescente. Além disso, em seu material, é inserido um pequeno texto para leitura a propósito da ocorrência dos Eclipses, juntamente com a indicação de *sites* nos quais é possível conhecer mais sobre o assunto.

Nessa etapa descrita, a proposta de simulação é interessante, por permitir que os alunos construam um modelo explicativo científico para as fases lunares. Nossas ressalvas são os direcionamentos muito pontuais, os quais, numa primeira análise ou para um professor que tenha dificuldades nesse conteúdo, acabam por mecanizar o processo de ensino e de aprendizagem. Interessante seria se as ideias dos alunos fossem mais exploradas e houvesse maior tempo para investigações.

O conteúdo Eclipses também poderia ser mais explorado, a despeito de mais tarde ser retomado no Ensino Médio, junto aos conteúdos da disciplina de Física. Vejamos que essa mesma simulação se mostra muito oportuna para o trabalho com esse tema, mesmo com alunos mais velhos.

Para finalizar, inicia-se a terceira etapa, que tem por objetivo conhecer os significados do Sol e da Lua, em diferentes culturas. Nesse momento, os discentes têm dois textos para a leitura – um sobre tais astros, na cultura egípcia, e outro, quanto à cultura tupi-guarani. Como forma de atividade, sugere-se que os alunos apresentem pequenos seminários acerca das informações lidas e, ao final, façam um debate a respeito da importância da diversidade cultural.

Merece ser destacado que a última etapa da sequência didática se esforça para trazer a uma valorização de diferentes formas de pensar. Aqui, gostaríamos de relatar nossa experiência empírica, uma vez que, por já termos trabalhado com esse material, percebemos que os alunos acabam por achar as ideias de tais povos muito simplistas e não as percebem

como outras possibilidades, mas como possibilidades erradas. Dessa maneira, a condução do professor precisa ser muito cuidadosa e não pode ficar confinada à transmissão dessas informações, sendo necessária uma problematização sobre quem são esses povos, em quais momentos e por que pensaram dessa forma, entre outras indagações e relações que necessitam ser estabelecidas.

De modo geral, as etapas colocadas para a compreensão das fases da Lua e dos Eclipses, na perspectiva científica, almejam que os alunos se apropriem desses conhecimentos, por meio da explicação de situações concretas, como a observação de um calendário lunar e a simulação das fases. Contudo, não são postos problemas ou situações desafiadoras, pois, na maneira em que as atividades se apresentam, os alunos são levados apenas a descrever aquilo que já está no material.

Sabemos que a descrição de fenômenos é importante para sua compreensão, porém, os alunos do Ensino Fundamental II precisam avançar para conhecer e coexistir com distintos modelos explicativos. Ademais, as explicações das quais se apropriam na escola devem fazer sentido e referência, à luz da vida cotidiana.

Logo, faz-se importante ressaltar que, no último resultado do Programa Internacional de Avaliação de Alunos – PISA (INEP, 2016), o qual teve como foco o desempenho dos alunos em Ciências, verificou-se que nossos alunos estão abaixo do básico esperado para essa área do conhecimento. Nesse exame, os estudantes são avaliados quanto aos conteúdos científicos (sistema solar, galáxias etc.), aos conteúdos procedimentais, associados aos procedimentos utilizados para explicar as regularidades do mundo natural (experimentação, conceito de medidas etc.) e aos conteúdos epistemológicos, ligados às características essenciais para o processo de construção do conhecimento científico (distinção de uma teoria científica e uma hipótese, por exemplo).

O desempenho dos participantes concentrou-se em explicações nas quais conseguem identificar relações causais simples e na aplicação de um conhecimento científico básico ou cotidiano, ou seja, alguns de nossos alunos conhecem os conteúdos científicos e podem aplicá-los a conteúdos procedimentais, mas não avançam em termos epistemológicos (INEP, 2016).

Isso quer dizer que os estudantes brasileiros foram capazes de explicar fenômenos, entretanto, sem usar dados e evidências científicas, isto é, os conhecimentos escolares não estão sendo empregados para fomentar suas explicações.

Por isso, acreditamos na necessidade de as sequências didáticas e os planos de trabalho abarcarem situações nas quais, verdadeiramente, os alunos sejam levados a pensar sobre os

conteúdos, para além da descrição de situações. Nossos estudantes precisam familiarizar-se com conteúdos científicos, apropriar-se de modelos, compreender como eles foram construídos e utilizá-los em suas explicações.

Um último ponto, quanto ao material do aluno e do professor do Estado de São Paulo, traz à tona nossa preocupação sobre o modo como o professor usa esse material, uma vez que, conforme já discutido, os docentes elencaram os conteúdos de Astronomia como difíceis para serem trabalhados por eles, em sala de aula, pelo fato de tais conteúdos não terem sido abordados em suas formações iniciais. Observamos que o professor necessita ir além do material e, ao pensar na formação que nossos participantes nos mostraram como falha, perguntamo-nos: isso será possível? De que forma ele selecionará outras atividades? Em quais fontes as buscará? E de que modo serão aplicadas? Sobre essas indagações, não trazemos dados de pesquisas para afirmar ou refutar algumas de nossas hipóteses, todavia, são indagações que nos provocaram e, de alguma forma, nos momentos finais desta tese, nos lançaremos a discuti-las.

5.2 As fases da Lua e os Eclipses na ciência

No item anterior, procuramos refletir sobre como nossa temática de estudo aparece no âmbito curricular, isto é, de que maneira ela adentra nas escolas. Neste ponto, pensamos ser importante indicar a perspectiva que embasa tais orientações curriculares: a ciência, fundamentando modelos explicativos para os fenômenos celestes. Alertamos que não temos pretensão de esgotar o assunto, por isso, aqui buscamos trazer apenas um panorama de ideias científicas a respeito das fases da Lua e dos Eclipses, cujo conhecimento é relevante para melhor situarmos o que os professores e estudantes da escola básica, mais especificamente, do Ensino Fundamental II, precisam compreender.

Ao contemplarmos o céu noturno, a Lua, sobretudo em sua fase cheia, é o astro mais brilhante e, possivelmente, aquele que mais nos chama atenção. Embora seu brilho seja inigualável, ela pertence a uma categoria de astros denominados iluminados, assim classificados por não possuir luz própria e depender da iluminação solar. Na realidade, a luminosidade que vemos aqui da Terra ocorre em consequência de a superfície lunar refletir a luz do Sol.

O tempo que a Lua leva para fazer seu período sideral, isto é, dar uma volta completa ao redor da Terra, é de aproximadamente 27 dias (mais precisamente 27 dias, 7 horas, 43

minutos e 12 segundos solares). Assim como a órbita da Terra em relação ao Sol, a órbita da Lua em relação à Terra é, igualmente, elíptica.

Além desse movimento orbital, a Lua possui um movimento de rotação em si mesma, com duração igual ao período sideral. É interessante ressaltar que existe uma sincronia entre o movimento da Lua em relação à Terra e seu movimento em torno de si própria. Dessa maneira, a Lua tem sempre a mesma face voltada para nosso planeta, independentemente de sua fase.

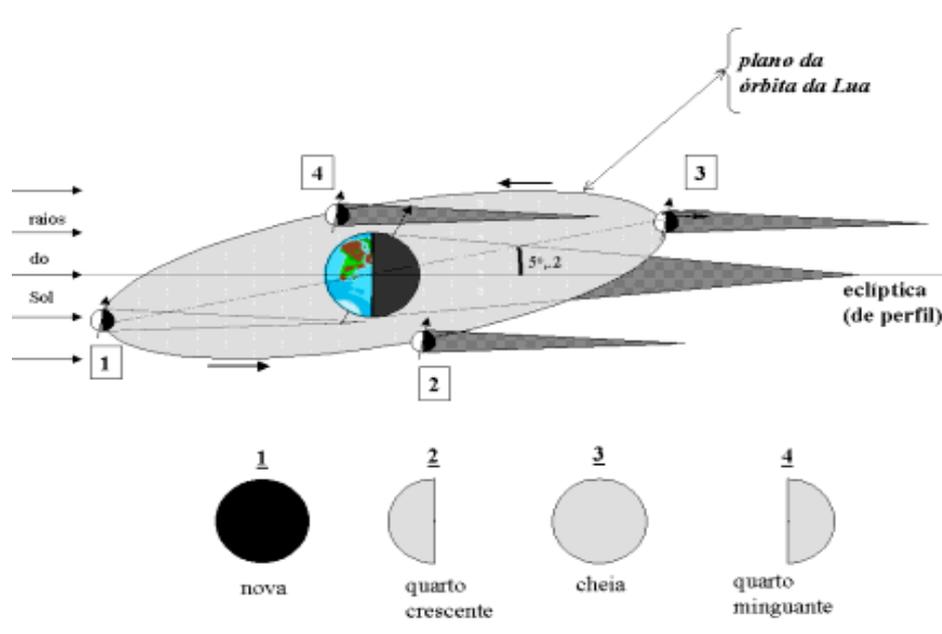
Vermos sempre a mesma face da Lua significa que existe uma face oculta, a qual, por definição, “[...] é a parte da Lua que não podemos avistar a partir da superfície terrestre.” (INPE, 2003, p. 144).

O movimento aparente da Lua é acompanhado por uma variação de seu aspecto, demonstrado em cada uma das fases da Lua. Por meio da observação sistemática desse astro é possível assistir ao fenômeno da luação ou mês sinódico, isto é, um ciclo completo de suas fases ou, ainda, conforme Bozcko (1984, p. 5), “[...] intervalo entre duas fases semelhantes e consecutivas.” Uma luação dura aproximadamente 29 dias (29 dias, 12 horas, 44 minutos e 3 segundos solares), e este é o período-base dos calendários lunares.

No Brasil, convencionou-se a existência de quatro fases principais: cheia, minguante (quarto minguante), nova e crescente (quarto crescente). Entretanto, temos que atentar que a Lua se desloca para Leste 12 graus a cada dia, ou seja, ela muda sua aparência, ainda que sutilmente, a todo o momento.

A partir de nosso referencial de observação terrestre, podemos acompanhar as distintas aparências com as quais a Lua se revela, de acordo com sua posição relativa à Terra e ao Sol. Vejamos uma representação de tal fenômeno, na Figura 2, a seguir.

Figura 2 - Fases da Lua e sua posição quanto à incidência de raios solares



Fonte: INPE (2003). Figura fora de escala.

De maneira geral, a denominação “nova”, para a aparência da Lua, explica-se porque sua parte não-iluminada pelos raios solares fica voltada para a Terra; na fase crescente ou quarto crescente, a Lua está apenas com uma parte de seu hemisfério iluminado: no Brasil, nós a vemos com a forma parecida com a da letra C. Por ocasião da fase cheia, vemos da Terra toda sua parte iluminada, enquanto, na fase minguante (quarto minguante), assim como na crescente, apenas um de seus hemisférios está iluminado, assumindo forma parecida com a letra D (INPE, 2003).

É chamada de Lua nova a fase na qual a Lua está na mesma direção que o Sol. Desse modo, sua face iluminada está em direção contrária aos observadores da Terra, não sendo possível sua visualização. Também por estar voltada para o Sol, ela “nasce” ao amanhecer e se põe ao pôr do Sol. Essa configuração “total” tem duração de apenas 1 ou 2 dias, uma vez que a Lua se desloca na direção leste, de maneira que um pequeno crescente lunar começa a ser visto.

Por volta de uma semana do início da Lua nova, tal astro estará a um quarto do caminho de sua órbita, por isso, passa a ser chamada como crescente ou quarto crescente. Nessa fase, quase metade da parte oeste da Lua está iluminada e, portanto, visível da Terra. Em razão de seu movimento orbital, ela estará deslocada cerca de um quarto do dia atrás do Sol e, por isso, ela “nasce” por volta do meio dia e se põe por volta da meia noite.

Após uma semana da Lua crescente, assistimos a toda a superfície lunar voltada para Terra ser iluminada. É nesse ponto que Lua e Sol estão em posições opostas, portanto, a Lua vai “nascer” ao anoitecer e se pôr ao amanhecer. Na semana seguinte, a Lua revela apenas uma porção de seu hemisfério leste, “nascendo” por volta da meia noite e se pondo por volta do meio dia. Ainda, seguindo seu deslocamento oeste-leste, cerca de duas semanas após a Lua cheia, ou melhor, 29,5 dias depois, a Lua retoma a posição de Lua nova.

Já os Eclipses são fenômenos astronômicos que acontecem sempre que um corpo entra na sombra de outro. Assim, temos o Eclipse lunar, quando a Lua entra na sombra da Terra, e o Eclipse solar, quando a Terra entra na sombra da Lua.

Para compreendê-lo, temos que ter em mente que a Lua não está no mesmo plano que a Terra, uma vez que sua inclinação de 5° em relação à eclíptica – nome dado à órbita da Terra e de outros planetas – e os Eclipses só vão acontecer quando Sol, Terra e Lua (lunar) ou Sol, Lua e Terra (solar) estiverem perpendiculares. Vejamos que, se o plano orbital da Lua coincidissem com o plano da eclíptica, um Eclipse solar ocorreria a toda Lua nova e um Eclipse lunar a toda Lua cheia.

Por seu turno, o Eclipse lunar acontece sempre durante a fase cheia da Lua, porque, para que ele aconteça, é necessário que a Lua esteja atrás da Terra, tendo como referencial um observador no Sol. Quanto ao Eclipse solar, sua ocorrência dá-se, necessariamente, durante a Lua nova, visto que, nessa posição, a Lua está interceptando a Terra e o Sol, quando essa posição coincidir com a órbita da Terra.

Ademais, podem existir quatro tipos de Eclipses solares: o parcial, o total, o anelar e o híbrido. De forma geral, no Eclipse solar parcial, somente uma parte do Sol é ocultada pela Lua; no Eclipse solar total, a Lua se coloca a esconder completamente os raios solares. No Eclipse solar do tipo anelar, um anel de luminosidade solar pode ser visto e, no híbrido, tal fenômeno é observado como total em algumas partes da Terra e como anelar em outras, graças à curvatura do nosso planeta.

Os Eclipses solares são bastante comuns, podendo acontecer de dois a cinco por ano. No entanto, eles só podem ser vistos em alguns lugares determinados, porque, antes de a Terra dar uma volta completa em seu eixo, a Lua vai-se deslocando de sua órbita e não fica mais em frente ao Sol.

Ao acompanharmos esse resumo das explicações científicas sobre as fases da Lua e sobre os Eclipses, observamos a necessidade de consideração e compreensão de muitos elementos. Entendemos também que não basta observar o fenômeno, para sua compreensão. Acrescentamos ainda que somente ter conhecimento dessas informações, disponíveis em

tantos meios de comunicação, sobretudo na internet, não é suficiente para que as crianças e adolescentes tenham plena compreensão desses fenômenos da Astronomia.

Para ilustrar que realmente são muitas as variáveis envolvidas na construção dos conhecimentos de nossa temática de estudo, trazemos o levantamento de Kriner (2004), o qual diz respeito aos conhecimentos necessários para a compreensão científica das fases da Lua e que podemos estender para o entendimento dos Eclipses:

- Conhecimentos sobre a luz, uma vez que a Lua é um corpo opaco e reflete a luz do Sol;
- Compreensão sobre o espaço, pois a aprendizagem das fases da Lua está estritamente ligada à posição da Lua e da Terra em relação ao Sol;
- Compreender que esses astros não estão no mesmo plano. Adicionamos o entendimento das proporções e distâncias espaciais, a fim de evitar a crença de que a Lua está “em cima” da abóbada celeste;
- Outro ponto é entender a Terra como um corpo cósmico e, assim, reconhecer os motivos pelos quais observadores de diferentes hemisférios assistem ao fenômeno no sentido horário e anti-horário, no hemisfério Sul e Norte, respectivamente;
- Também se faz necessário compreender a visão heliocêntrica, e isso proporcionará o entendimento dos movimentos da Terra e da Lua. Só assim é possível perceber que a Terra translada ao redor do Sol, ao mesmo tempo em que tem um movimento de rotação sobre seu próprio eixo, além de compreender que a Lua acompanha a Terra em seu movimento de translação e que possui igualmente um movimento próprio de rotação sobre seu eixo;
- Conceber que existe uma simultaneidade entre os movimentos de rotação da Lua e de translação em volta da Terra (27,3 dias), o que é o motivo de vermos sempre a mesma face da Lua;
- Ainda, compreender que a Lua precisa de dois dias a mais para completar suas fases 29,5, sendo esta a base do calendário lunar.

Os elementos apontados por Kriner (2004) revelam que, para explicar o fenômeno, na perspectiva científica, os sujeitos são levados a reconhecer uma série de variáveis, as quais, em conjunto, fornecem uma visão mais completa no âmbito da ciência. Quando em posse de um ou outro elemento, os sujeitos podem ser capazes de explicar os fenômenos, tal qual vimos quando explanávamos acerca do desempenho brasileiro na prova do PISA, mas são entendimentos superficiais e que precisam ser mais bem estruturados.

Diante das dificuldades inerentes a esses conteúdos, Lago (2013) busca sistematizar alguns argumentos que podem justificar a não compreensão do fenômeno das fases da Lua, por parte dos alunos da Educação Básica. Alguns deles são: elevada abstração; falta de percepção espacial e de raciocínio tridimensional; crenças iniciais persistentes e falta de conceitos.

Quanto à elevada abstração, sugere-se que a Lua e seus eventos, embora sejam observáveis, são objetos distantes de nossa realidade física, posto que não se apresentam em uma realidade “palpável”, exceto com auxílio de modelos. Soma-se a isso uma possível dificuldade na construção da percepção espacial e do pensamento tridimensional, necessário para compreender, por exemplo, o reflexo da luz do Sol na Lua e o modo como o observador na Terra irá ver sua iluminação.

Por sua vez, a forte presença de concepções iniciais muito distantes das explicações científicas pode ser a causa da incompreensão de argumentos científicos. Nesse sentido, a existência de concepções, nas quais se acredita que a Lua tem luz própria ou ainda que ela está no céu somente à noite, podem ser obstáculos para o entendimento de outras possibilidades.

Quanto à falta de conceitos, discute-se a importância de que informações sejam dadas, mas que elas não estejam limitadas à mera transmissão. Dessa forma, é preciso, por exemplo, informar os alunos o nome das fases, dos hemisférios, a duração das fases, entre outros nomes e conceitos importantes e necessários para a elaboração de conhecimentos científicos acerca da realidade dos astros, entretanto, as informações precisam ser extrapoladas e reorganizadas, em razão da construção de conhecimentos.

Em função da necessidade de coordenação de muitas perspectivas para a compreensão de conteúdos do mundo astronômico, não nos causa estranheza que explicações alternativas às científicas habitem o pensamento das pessoas.

Assim, pesquisadores internacionais e nacionais vêm se preocupando com esses temas. Detalhemos algumas dessas pesquisas, no próximo item.

5.3 As fases da Lua e os Eclipses em pesquisas

É importante esclarecer que o objetivo desta seção é de expor as pesquisas que se dedicaram ao estudo dos temas em questão. No entanto, não apresentaremos uma revisão bibliográfica que esgote a produção nacional e internacional, tendo em vista que o enfoque de

nossas buscas foram as pesquisas que, de alguma forma, remetiam o contexto das fases da Lua e dos Eclipses à educação, mais precisamente, ao ensino de Ciências.

Para tanto, realizamos buscas ao longo da construção de nossa tese, compreendendo os anos de 2014 a 2017, em bases de dados, tais como *Scielo* e Banco de Teses e Dissertações da CAPES, paralelamente aos *sites* das revistas científicas nacionais e internacionais de nossa área de conhecimento. As palavras-chave utilizadas foram: fases da Lua e Eclipses, concepções alternativas, Astronomia e Educação em Astronomia.

5.3.1 As concepções alternativas

Uma das pesquisas pioneiras sobre as ideias das crianças acerca do mundo natural encontra-se no livro *A representação do mundo na criança* (PIAGET, [1926], 2005). Nessa obra, algumas pesquisas são apresentadas e, em específico, relata-se sobre a ocorrência das fases da Lua, na perspectiva infantil. Dessa forma, excertos das falas de crianças com idades entre 5 e 12 anos são reproduzidos e mostram que, quando indagadas a respeito da causa para a existência das fases lunares, suas respostas passam por três estágios.

No primeiro, marcado por um artificialismo integral, acredita-se que Lua e suas fases ou nascem, tal qual os bebês, ou exibem diferentes formas, devido à ação humana de cortá-la.

Um segundo estágio caracteriza-se por uma mistura de artificialismo integral com explicações naturais; assim, a ideia exclusiva de fabricação humana declina e uma causa mais natural pode ser usada para explicar o fenômeno. Somente no terceiro estágio as explicações artificialistas são suprimidas, por ocasião de explicações exclusivamente naturais.

A partir dessa pesquisa pioneira, muitas outras dispuseram-se a se debruçar sobre as ideias de crianças, adolescentes, professores em exercício e futuros professores. No âmbito internacional, destacamos os estudos de Baxter, na Inglaterra (1989; 1998); Camino (1995), na Espanha; Trumper (2001), em Israel; Trundle, Atwood e Christopher (2002), nos Estados Unidos; Kücücözer (2007), na Turquia.

Baxter (1989) pesquisou as ideias de crianças com idade entre 9 e 16 anos, a propósito de suas concepções acerca da Terra no espaço e campo gravitacional, dia e noite, fases da Lua e estações do ano.

Em especial sobre as fases da Lua, a explicação mais recorrente entre os participantes foi a ideia de que o planeta Terra faz sombra na Lua e, conforme esses astros giram, diferentes fases acontecem. Além dessa, outros tipos de explicações foram citadas para justificar o

fenômeno, tais como: nuvens podem cobrir partes da Lua, planetas fazem sombra na Lua e o Sol pode fazer sombra na Lua.

Passados seis anos da coleta de dados dessa pesquisa, Baxter (1998) efetuou outro estudo, para verificar a influência de conteúdos de Astronomia inseridos no currículo escolar da Inglaterra, no período decorrente entre as investigações. Assim, o pesquisador averiguou os mesmos temas da pesquisa anterior, junto a 120 crianças com idades entre 9 e 10 anos.

Os resultados apontaram que, seis anos mais tarde, as crianças não mais afirmavam que o Sol e outros planetas podem fazer sombra na Lua e, assim, suceder distintas fases, fato que fora observado no primeiro estudo. Ademais, a explicação mais comum no ano de 1989 foi a da sombra da Terra na Lua, mas, no segundo estudo, o percentual de respostas desse tipo tinha caído consideravelmente. Outra mudança relacionou-se ao aumento no percentual de explicações corretas para a ocorrência das fases da Lua, que passou de 28% para 48%.

Camino (1995) realizou uma pesquisa com o objetivo de conhecer as representações de 74 professores do Ensino Fundamental I a respeito da formação do dia e a noite, das estações do ano e das fases da Lua.

Quanto às fases da Lua, o pesquisador encontrou quatro tipos de representações, as quais ele chamou de modelo. Dessa forma, as explicações enquadradas no modelo 1 afirmam que a Lua é parcialmente iluminada pelo Sol; nesse sentido, ao variar sua posição, as partes iluminadas e não iluminadas também variam, justificando o aparecimento de distintas fases da Lua. No modelo 2, a Terra projeta uma sombra sobre a Lua, acarretando a parte escura das fases. No modelo 3, o Sol ilumina a Terra, que, por sua vez, reflete a luz que ilumina a Lua. Já no quarto modelo, a Lua orbita o Sol e suas fases ocorrem em função de Eclipses lunares e do seu movimento em torno do Sol.

Nos professores investigados, foi encontrada uma predominância de respostas do modelo de número 2. Vale ressaltar que apenas seis professores da amostra conseguiram explicar a existência das fases da Lua de forma correta, isto é, usando o primeiro modelo.

Trumper (2001) examinou as ideias de estudantes do Ensino Médio, quanto à compreensão de alguns eventos astronômicos, dentre os quais fases da Lua e Eclipses. Para tanto, 448 estudantes, com idade entre 13 e 15 anos, responderam a um questionário. Esse estudo indicou que a maioria dos estudantes, 52%, deram explicações corretas para o fenômeno das fases da Lua. No entanto, o autor chama a atenção para o fato de que 19% dos alunos declararam ser a sombra da Terra na Lua a causa das fases lunares e, ainda, notaram-se algumas confusões entre fases lunares e Eclipses.

Quanto às explicações dadas aos Eclipses, sobretudo o Eclipse solar, somente 18% dos participantes conseguiram explicar corretamente. Grande parte dos estudantes asseverou que, para a ocorrência de um Eclipse solar, a Lua precisa estar na fase cheia, o que não é verdadeiro, uma vez que é preciso a ocorrência da Lua nova, para que o Eclipse solar aconteça (a Lua se interpõe entre o Sol e a Terra).

Os pesquisadores estadunidenses Trundle, Atwood e Christopher (2002) efetuaram uma pesquisa com o objetivo de avaliar a compreensão das fases da Lua, em um grupo de futuros professores que participaram de um curso de Física, o qual abordou tópicos de Astronomia. Dessa pesquisa, participaram 78 professores, e a coleta de dados se deu por meio de entrevistas e desenhos.

Os resultados revelaram que a concepção mais comum, antes do curso, para explicar as fases da Lua, foi a da sombra na Terra da Lua. Após o curso, os estudantes avaliados tiveram uma melhoria em sua compreensão. Contudo, os autores discutiram a permanência de concepções de senso comum, por exemplo, ao afirmar que a rotação da Terra influencia o acontecimento das fases da Lua, mesmo após a instrução.

Küçücözer (2007) efetuou um estudo para investigar as ideias de futuros professores de Ciências sobre temas de Astronomia. Este foi um grande estudo, do qual participaram 327 estudantes de graduação; 168 deles já tinham participado de disciplinas ligadas à Astronomia e 159 não tinham tido quaisquer instruções relacionadas aos temas. Os participantes responderam a um questionário com questões de múltipla escolha e dissertativas e, ainda, 33 estudantes foram convidados a participar de uma entrevista individual, na qual alguns desenhos foram solicitados, para explicitar melhor suas ideias.

Os resultados indicaram, em relação aos Eclipses, que, para 32% dos alunos que já tinham recebido algum tipo de instrução, foi possível elencar o motivo correto para os Eclipses lunares e solares não acontecerem todos os meses. Quanto aos alunos que não receberam instrução, somente 2% recorreram à perspectiva científica, de maneira que a concepção mais comum nesse grupo foi a de que a velocidade da Terra e da Lua são diferentes para completar um ciclo, por isso, os Eclipses não acontecem todos os meses.

No que tange à explicação sobre o que seria um Eclipse lunar, a maioria dos estudantes, instruídos (86%) e não instruídos (79%), soube explicar perfeitamente o fenômeno. No entanto, mesmo após terem explicado de forma correta esse fenômeno, quando questionados sobre as fases da Lua, 38% dos estudantes instruídos e 36% dos não instruídos confundiam as fases da Lua com a ocorrência de Eclipses lunares.

Em nosso país, também temos pesquisas que se dispuseram a investigar as concepções de distintos grupos sobre as fases da Lua e os Eclipses. É o caso dos trabalhos que buscaram conhecer a concepção de professores (PUZZO, 2005; LEITE, 2006; IACHEL, 2009), dos que pesquisaram as concepções de futuros professores (ANDRADE et al., 2009; SARAIVA; SILVEIRA; STEFFANI, 2011; COSTA; GERMANO, 2011), daqueles que buscaram as ideias de estudantes do Ensino Fundamental e Médio (IACHEL; LANGHI; SCALVI, 2008; MACHADO; SANTOS, 2011; ELIAS; ARAÚJO; AMARAL, 2011; DARROZ et al., 2014; PELLEENZ, 2015) e da pesquisa acerca das ideias de pessoas de diferentes níveis de instrução (DARROZ et al., 2013).

Puzzo (2005), por exemplo, efetuou uma pesquisa com o objetivo de identificar as concepções de professores quanto ao conteúdo de fases da Lua e Eclipses e quais metodologias os participantes usavam, ao abordar esse tema, em sala de aula.

Participaram dessa pesquisa seis professores de escolas públicas do Estado do Paraná, os quais foram submetidos a uma entrevista semiestruturada. Interessante ressaltar, a propósito da coleta de dados, segundo Puzzo (2005, p. 55): “Eles mostravam-se deveras nervosos, pois apresentavam muitas dúvidas sobre o conteúdo que se estava investigando.” As entrevistas foram transcritas e analisadas de acordo com seu conteúdo.

Em linhas gerais, os resultados desse trabalho mostraram que a maior parte dos professores acredita que as fases da Lua podem influenciar, por exemplo, na agricultura ou em cortes de cabelo, fato não comprovado cientificamente. Ademais, acreditam que as fases da Lua acontecem devido à sombra da Terra na Lua, ou recorrem à explicação de que as fases são Eclipses que acontecem mensalmente. Pensam, ainda, que as fases da Lua são apenas as quatro apresentadas no calendário.

Quanto ao trabalho em sala de aula, basicamente, utilizam aulas expositivas. Nesse sentido, a autora pontuou que, embora os professores busquem atualizar-se e preparar-se para trabalhar com a Astronomia básica, não se sentem confortáveis e não possuem conhecimento suficiente para um entendimento mais elaborado dessas questões, especialmente das fases da Lua e dos Eclipses, ancorando suas concepções no senso comum.

Leite (2006) fez uma pesquisa com o intuito de verificar os efeitos de um curso de formação de professores em relação à aprendizagem de conceitos de Astronomia. Para a coleta de dados, a pesquisadora usou uma atividade inicial (pré-teste), na qual solicitou aos participantes que construíssem um modelo tridimensional do universo, verificando igualmente suas ideias para executar tal construção. Logo após, realizou uma intervenção por meio do curso de formação continuada e, ao final, aplicou um questionário (pós-teste) para reavaliar as

concepções dos professores e os efeitos do curso. Em especial, sobre as concepções investigadas que tangem às explicações sobre as fases lunares, os resultados do pré-teste apontaram que a maioria dos professores conhece o nome das fases, mas tem dificuldades em relacionar tais nomes com as posições relativas entre o Sol, a Terra e a Lua; além disso, a concepção alternativa que faz referência à sombra da Terra na Lua foi encontrada. Quanto aos Eclipses, a maioria dos professores conhecia o fenômeno e o atribuía à ideia de um alinhamento, sem detalhá-lo com clareza.

Durante o curso de formação, os professores levantaram diversas dúvidas sobre os temas e, no pós-teste, segundo a autora, não ocorreram progressos significativos quanto à aprendizagem dessa temática.

Também trabalhando com formação de professores, Iachel (2009) começou seu estudo investigando concepções iniciais dos participantes, através de um questionário com questões discursivas e de múltipla escolha, tendo ministrado, na sequência, uma formação continuada e, ao final da mesma, o questionário inicial foi reaplicado.

Os resultados do pré-teste apontaram que, sobre as fases da Lua, a maior parte dos professores acredita que tal fenômeno ocorre devido à posição relativa entre os objetos cósmicos Sol-Terra-Lua. Entretanto, poucos citaram a importância da iluminação solar, por exemplo. Quanto à explicação referente aos Eclipses (solar e lunar), três professores que compuseram a amostra não responderam e, dentre aqueles que se dispuseram a fazê-lo, a ideia mais comum estava associada ao alinhamento dos astros.

Após a formação continuada, no pós-teste, em linhas gerais, verificou-se que a maior parte dos professores teve progresso quanto ao seu entendimento e conceituação, com respeito às fases da Lua e Eclipses.

O trabalho de Costa e Germano (2011) dedicou-se a investigar as concepções de estudantes do curso de licenciatura a distância em Ciências sobre as fases da Lua. Vale ressaltar que os alunos pesquisados, em sua grande parte, já são professores em exercício, porém, sem licenciatura. Como instrumento para a coleta de dados, foram empregadas as respostas de 398 estudantes, fornecidas em avaliações no decorrer de uma disciplina da grade curricular, denominada Astronomia. Em uma questão que fazia parte dessas avaliações, os estudantes foram convidados a desenhar a posição relativa da Lua em relação ao Sol e à Terra, em suas quatro fases; a análise dos desenhos esquemáticos mostrou o maior índice, com quase 25% de respostas em branco, nas quais os sujeitos não desenharam. Outros quase 20% representaram a sombra da Terra sob a Lua como responsável pelas quatro fases. Muitos desenhos, ainda, revelaram sombras inconsistentes com as propriedades da luz, ou a Lua

girando em volta do Sol sem a presença da Terra e, também, somente as fases, quando são vistas da Terra, sem a luminosidade do Sol. Dentre tantas concepções alternativas, apenas 13% de representações puderam ser classificadas como mais condizentes com a perspectiva científica.

Andrade et al. (2009) examinaram os conhecimentos básicos em Astronomia, a propósito do conhecimento do sistema Sol, Terra e Lua de estudantes de Pedagogia. Para tanto, investigaram 31 alunos do primeiro ano e 15 alunos do último ano, por meio de um questionário voltado para conceitos básicos sobre a temática.

Uma interessante estratégia do instrumento utilizado para a coleta de dados foi que, ao final de cada questão, existiam-se as seguintes alternativas: “respondi com dúvida” e “respondi com certeza”; assim, era possível ver se os alunos estavam simplesmente arriscando uma resposta ou se estavam convictos. Após a análise, notou-se que os estudantes possuem muitas dúvidas, por exemplo, quanto à compreensão da existência de Eclipses solares e lunares, uma vez que, nas respostas do questionamento “Você acha que ocorrem Eclipses totais do Sol ou da Lua todos os meses do ano?”, quase 50% dos alunos do primeiro período erraram a questão e afirmaram ter dúvidas quanto a isso, enquanto 40% dos alunos do último ano tiveram o mesmo resultado.

Iachel, Langhi e Scalvi (2008) fizeram uma pesquisa com 40 alunos do Ensino Médio, de idade entre 16 a 18 anos, com a finalidade de realizar um diagnóstico de suas concepções sobre o fenômeno das fases da Lua e dos Eclipses. A coleta de dados deu-se por meio da aplicação de um questionário, respondido de forma individual e que continha apenas um questionamento: “Explique, com suas palavras, como se formam as fases da Lua” (IACHEL; LANGHI; SCALVI, 2008, p. 30); logo após, cada participante deveria realizar um desenho que explicitasse sua explicação para o fenômeno investigado.

A análise dos dados revelou a existência de cinco concepções para o entendimento do fenômeno: a) desconhece, na qual o aluno só escreve ou desenha o nome das quatro fases, mas não as explica; b) confusa, onde o aluno afirma e desenha que a sombra da Terra na Lua é responsável pelo fenômeno, porém, seu desenho não mostra isso; c) atribui a outros fatores, por exemplo, outro planeta do sistema solar tem influência nas fases da Lua; d) incompleta, na qual se tem uma resposta correta para o fenômeno, mas somente um elemento é levado em conta, tal qual a iluminação da Lua pelo Sol; e) completa, na qual o aluno cita dois fatores para explicar as fases da Lua, seja em seu discurso, seja pelo desenho.

Entre todas essas concepções, 42% dos estudantes apresentaram concepções do tipo a, isto é, desconheciam o fenômeno e, por conseguinte, não sabiam explicá-lo. Somente um

percentual pequeno de estudantes, por volta de 20%, forneceu uma explicação completa, como explicitado na alternativa “e”.

Machado e Santos (2011) aplicaram um teste de múltipla escolha em 561 estudantes do Ensino Fundamental ao Médio de uma escola pública, acerca de distintos temas do mundo astronômico. A respeito das explicações sobre as fases lunares, somente 32% dos alunos do Ensino Fundamental e 35% dos estudantes do Ensino Médio ofereceram respostas corretas e uma concepção alternativa, expressada por 25% dos alunos do Ensino Fundamental e por 31% dos estudantes do Ensino Médio. Tal concepção indicava que a porção iluminada da face da Lua aumenta durante a fase crescente, porque esse astro se move para fora da sombra da Terra. Quanto ao tempo gasto pela Lua para completar uma volta ao redor do Sol, de aproximadamente um ano, foi estimado corretamente por 41% dos alunos do Ensino Fundamental e 37% dos estudantes do Ensino Médio.

No entanto, somente 17% dos alunos do Ensino Fundamental e 25% dos estudantes do Ensino Médio assinalaram que a Lua levaria cerca de um mês para completar uma volta ao redor da Terra. Ademais, somente 16% dos alunos do Ensino Fundamental e 18% dos estudantes do Ensino Médio concluíram que a Lua sempre mostra a mesma face para um observador na Terra, porque gira em torno do próprio eixo, com período de cerca de um mês.

Elias, Araújo e Amaral (2011) empreenderam um estudo com a finalidade de averiguar as concepções prévias sobre o universo de alunos do primeiro ano do Ensino Médio, matriculados em uma escola da rede estadual de São Paulo. Participaram dessa pesquisa 50 alunos, aos quais foi solicitado que fizessem desenhos sobre como imaginavam a Terra vista do espaço, como imaginavam o Sol, como imaginavam a Lua e por fim, o Universo. Após essa etapa do desenho, os alunos tinham que descrever o que suas representações significavam.

A análise dos desenhos trouxe interessantes resultados, tais como: muitos estudantes não têm preocupação em representar os objetos celestes em escala de tamanhos e, para explicar as fases da Lua, existem estudantes que o fazem associando-as à existência de quatro Luas. Ressalta-se que, nesse trabalho, os participantes eram alunos do Ensino Médio, tendo necessariamente passado por outras etapas de ensino, nas quais o de Astronomia é indicado pelos PCN. Entretanto, sérias deficiências na compreensão da perspectiva científica permaneciam.

Darroz et al. (2014) efetivaram uma pesquisa com o objetivo de averiguar como evolui o conhecimento de estudantes acerca de conceitos e fenômenos da Astronomia básica. Para essa investigação, selecionaram 140 estudantes do nono ano do Ensino Fundamental e 120

estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de quatro escolas, sendo duas públicas e duas escolas privadas, em uma cidade no interior do Rio Grande do Sul.

A coleta de dados ocorreu por meio de um questionário sobre questões básicas de Astronomia, com perguntas abertas e de múltipla escolha. As respostas dadas a tal questionário foram analisadas através da análise de conteúdo (questões abertas) e da estatística básica (questões de múltipla escolha).

Os resultados levantados foram que os estudantes, tanto de Ensino Fundamental quanto do Ensino Médio, usam concepções alternativas para explicar muitos fenômenos astronômicos e mais, não houve uma evolução, isto é, uma melhoria na compreensão desses fenômenos, ao longo da escolarização.

Quanto à investigação a respeito das fases da Lua, tanto os estudantes do Ensino Médio como os do Ensino Fundamental relacionam as fases apenas com seus nomes e não com os diferentes aspectos da Lua, ao ser iluminada pelo Sol. Em acréscimo, 18,4% dos estudantes de Ensino Fundamental e 13,4% dos estudantes de Ensino Médio explicam o fenômeno pela ocorrência de Eclipses lunares semanais.

O estudo de Pellenz (2015) investigou as ideias de 55 estudantes, matriculados do sexto ao nono ano do Ensino Fundamental, em uma escola pública. Foram aplicadas avaliações diagnósticas contendo questões dissertativas e de múltipla escolha sobre a Astronomia básica. Em especial sobre as fases da Lua, foi feito o seguinte questionamento: “A Lua sempre aparece com a mesma forma no céu? Por quê?” A essa pergunta, 65% dos estudantes não souberam responder, 10% afirmaram a existência de apenas 4 fases e 25% disseram crer em uma mudança diária na forma da Lua, o que é mais correto cientificamente.

A respeito da Lua nova, uma questão de múltipla escolha apresentava: “A Lua nova acontece quando nenhuma porção da face iluminada da Lua é visível para você na Terra. Isso acontece porque...” Nessa situação, cerca de 40% dos estudantes assinalaram a resposta correta, mas outras respostas revelaram a existência de concepções alternativas, nas quais os estudantes não associam as fases com as posições relativas entre o Sol-Terra-Lua, mas pela sombra da Terra sobre a Lua. Na pergunta “Imagine que hoje é noite de Lua cheia, quanto tempo leva para ocorrer a próxima Lua cheia?”, verificou-se que a grande maioria dos estudantes conhecia o período de aparição entre as fases lunares.

Os alunos também foram solicitados quanto aos Eclipses, através da seguinte indagação: “Para acontecer um Eclipse solar, a Lua deve estar na fase...”. Nessa questão, somente 34% acertaram a questão, marcando a fase nova, em contraponto com 57%, que

assinalaram a fase cheia e com os demais, os quais assinalaram as fases minguante e crescente.

Por fim, o estudo de Darroz et al. (2013) efetivou uma investigação com 80 participantes sobre o fenômeno das fases da Lua. O universo amostral foi composto por estudantes do Ensino Médio, alunos do primeiro e do último ano de graduação e pessoas com nível de escolarização baixo, porém alfabetizadas. Para a condução da investigação, foram aplicadas entrevistas semiestruturadas, as quais revelaram, apesar de 50% dos entrevistados terem o hábito de olhar para a Lua diariamente e, ainda, outros 20%, de observar o astro esporadicamente, poucos conseguiram explicar o fenômeno das fases lunares.

Merece destaque a circunstância de nenhum dos participantes do Ensino Médio e das pessoas com baixo nível de escolarização conseguir esclarecer a ocorrência das fases a Lua, na perspectiva científica. Dentre os universitários, grupo que conseguiu explicações mais próximas à ciência, pouco mais de 30% forneceu explicações completas e, mais uma vez, a concepção alternativa que revela a existência de Eclipses lunares e solares semanais foi encontrada.

Dentre todos os trabalhos focalizados em nosso levantamento, podemos alinhar algumas inferências sobre seus resultados. A primeira delas é que as ideias apresentadas nas pesquisas de diagnóstico, tanto no âmbito internacional como no âmbito nacional, pouco diferem. Em termos psicogenéticos, isso nos encaminha a levantar a hipótese de que existe uma psicogênese para a conceituação das fases da Lua e Eclipses, implicando em dizer que existe uma origem e um desenvolvimento mental comum a todos os sujeitos até a compreensão mais elaborada (científica) desses conteúdos. É preciso investigar.

Destacamos ainda, tendo em vista o conjunto de estudos aqui mencionados, os baixos percentuais de perspectivas que têm embasamento científico, embora as investigações tenham sido realizadas com grupos mais escolarizados e até mesmo com profissionais no exercício da docência. Em consonância com a perspectiva teórica que adotamos, nesta tese, acreditamos que um trabalho escolar que privilegie o exercício cognitivo, a interação e a possibilidade de pensar em novas perspectivas pode ser o caminho para termos compreensões mais elaboradas dessa temática.

Deixamos claro que não estamos classificando as ideias prévias como concepções menos importantes e que devem ser minimizadas. Diante disso, corroboramos Moraes (2008, p. 121), na afirmação de que “[...] tanto os conhecimentos científicos quanto cotidianos são produzidos por construção [...] por trás do primeiro está uma procura rigorosa e metódica da verdade. Na epistemologia cotidiana persegue-se um conhecimento útil e que funcione.”

As ideias de senso comum são fruto do trabalho cognitivo e da história individual dos sujeitos. Todavia, muitas delas são visões incompletas e centradas em um único ponto de vista ou perspectiva, as quais proporcionam uma ideia inacabada da realidade física.

Dessa maneira, além de trabalhos que investigaram as ideias mais comuns, para explicar as fases da Lua e dos Eclipses, interessamo-nos também por estudos que se dispuseram a intervir, de forma sistematizada e em específico no Ensino Fundamental II, para a construção dos conceitos e conteúdos que perpassam essa temática.

5.3.2 As intervenções pedagógicas no Ensino Fundamental II

No que tange ao trabalho junto aos alunos do Ensino Fundamental II sobre os temas fases da Lua e Eclipses, temos as pesquisas de Martins e Langhi (2012), Darroz et al. (2012) e Lago (2013). Vale ressaltar que tais pesquisas serão aqui mais bem detalhadas, pois abordaram em específico o conteúdo das fases da Lua e/ou dos Eclipses.

Martins e Langhi (2012) expuseram uma proposta de material didático sobre as fases da Lua, ancorada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. É importante lembrar que esse trabalho constitui uma sugestão, de sorte que ele não foi aplicado em sala de aula.

Tal proposta pedagógica tem duração de 4 horas/aulas e, inicialmente, faz-se o levantamento das concepções prévias dos alunos, por meio de questionários. Na sequência, o professor faz uma apresentação de um modelo por ele produzido (com bolas de isopor e madeira, para representar o sistema Terra-Lua), no qual os alunos podem simular as fases da Lua, de acordo com suas concepções e, pouco a pouco, através dos resultados das simulações, vão validando ou não suas crenças. Nesse processo, buscando verificar os indícios de aprendizagem significativa, uma história em quadrinhos vai sendo produzida pelos alunos, com o objetivo de registrar o percurso feito durante as simulações.

Os autores ressaltam que o objetivo de apresentar esse conjunto de atividades é o de proporcionar aos alunos aulas diferentes das tradicionais, com ênfase na transmissão de conteúdos.

No ano seguinte, e também embasados pela teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, Darroz et al. (2012) trouxeram os resultados de uma experiência pedagógica sobre as fases da Lua. O objetivo dessa experiência foi desenvolver a aprendizagem significativa, a partir de um modelo didático que simulou as fases da Lua e no resgate das concepções prévias dos estudantes. Participaram dessa pesquisa 26 alunos, matriculados no

sexto ano do Ensino Fundamental de uma escola particular do município de Passo Fundo, no Rio Grande do Sul.

No emprego da intervenção, primeiramente, foi feito um debate para investigação de ideias prévias. Nesse momento, verificou-se que 77% dos estudantes atribuem as fases da Lua às diferentes formas com que a Lua se apresenta, no céu, enquanto 88% conhecem as quatro fases principais desse astro. Em seguida, foi solicitado que os alunos fizessem observações diárias da Lua, por 30 dias e em diferentes horários, registrando os achados em uma tabela. Frente aos resultados de tais observações, foi realizado um novo debate.

Em seguida, uma atividade de simulação das fases foi executada, por meio de uma fonte de luz (representando o Sol), uma bola de isopor (representando a Lua) e uma bola (representando a Terra). Para finalizar, os alunos escreveram uma memória dos encontros, nas quais foi possível constatar um aprendizado significativo acerca das fases lunares, embora observações como o ângulo da Lua, em relação à Terra, não tenham sido citadas pelos educandos.

Lago (2013) apresentou uma proposta de intervenção, pautada na perspectiva do socioconstrutivismo, sobre o tema Lua e os fenômenos a ela ligados.

Essa pesquisa foi realizada com alunos de nono ano do Ensino Fundamental de uma escola particular da cidade de São Paulo e teve duração de 15 horas/aula. A intervenção foi preparada na forma de sequência didática. A fim de avaliar os efeitos da intervenção, um questionário foi aplicado cerca de sete meses após as aulas.

As atividades que compuseram a sequência didática buscaram caracterizar o tamanho da Lua e suas características, suas fases e os Eclipses. Para tanto, atividades de observação da Lua, atividades de simulação, de modelização e aulas expositivas foram empregadas.

Os resultados apontaram que a maior parte dos participantes conseguiu consolidar seus conhecimentos e responder corretamente às questões propostas no questionário aplicado meses após a intervenção. No entanto, uma parte significativa dos alunos teve dificuldade em conceituar os Eclipses, sendo que alguns não souberam ao certo a posição da Lua, nas fases “cheia” e “nova”.

Nesses trabalhos de intervenção, observa-se que os resultados evidenciam a existência de certa mudança qualitativa nos conceitos, após o trabalho pedagógico. Contudo, percebe-se que a mudança de concepções é avaliada, em sua grande maioria, somente em situações de múltipla escola, de maneira que processos do pensamento não têm sido levados em consideração, tendo sido mais verificada a aprendizagem dos fatos e não dos conceitos.

Ademais, ressalta-se que, em todas as pesquisas apresentadas, existe um aporte teórico que embasa as intervenções, isto é, todas elas são executadas sob a ótica de uma teoria que explica o desenvolvimento de conceitos. Dessa maneira, afirmar que um trabalho se fundamenta na aprendizagem significativa, na teoria sócio-histórica ou no construtivismo determina a forma como se olha para a construção de conhecimentos e, por conseguinte, para as práticas educativas que serão ministradas. Isso implica avançar do simples emprego de uma sequência didática previamente estabelecida em um material para compreensão dos motivos que nos levam a decidir didaticamente entre um conjunto de atividades e a condução das mesmas.

Todavia, temos clareza de que a construção do conhecimento é fruto de uma interação, sendo a intervenção pedagógica um meio para que melhores condições de influência mútua entre sujeito e meio aconteçam, sem destituir a importante fração do trabalho ativo dos sujeitos. Em acréscimo, chamamos a atenção ao tempo de vivência com os objetos de conhecimento, porque, coerente com a teoria que embasa este trabalho, a equilibrção é necessária, de sorte que esta não se consolida de maneira repentina.

Nesse sentido, outras variáveis estariam ligadas à compreensão mais elaborada dos conteúdos da Astronomia, em específico, das fases da Lua e dos Eclipses. Indiscutivelmente, são conteúdos que, a nosso ver, exigem que o sujeito esteja em posse de operações formais e de mecanismos adjacentes que sustentam esse tipo de operações, por exemplo, a abstração reflexionante, a tomada de consciência, a generalização e a noção de espaço.

Portanto, partindo de tais hipóteses, no próximo capítulo, buscaremos discorrer acerca da construção da noção de espaço, em específico, do relacionamento de perspectivas e a compreensão dos fenômenos das fases lunares e dos Eclipses.

6 A CONSTRUÇÃO DA NOÇÃO DE ESPAÇO: RELAÇÕES DE PERSPECTIVA E A COMPREENSÃO DE CONTEÚDOS DA ASTRONOMIA

Conceber o universo, com suas particularidades e leis, consiste, na perspectiva piagetiana, em uma construção de categorias do real (PIAGET, [1937], 1975). Nessa constituição, desenvolvem-se de maneira paralela a noção de objeto permanente, de tempo, de causalidade e de espaço. Compreendemos que o entendimento do mundo da Astronomia atrela-se à construção dessas categorias do real. Para melhor exemplificar, vejamos como elas concorrem para tais compreensões.

Nessa direção, pensemos no fenômeno das fases da Lua. No que tange ao objeto permanente, para compreensão das fases, é necessário acreditar que se trata sempre da mesma Lua, e não de outras que aparecem e somem, semanalmente. Quanto ao tempo, observa-se a duração dos movimentos de rotação desse astro, ao redor da Terra, e destes em relação ao Sol. No que se refere à causalidade, acompanha-se a justificação do fenômeno por si só, face aos movimentos de rotação, ocasionando distintas posições da Lua em relação ao Sol e, por conseguinte, diferentes formas de iluminação lunar, vistas aqui da Terra. Já nas construções espaciais, observa-se a necessidade de compreensão de que todos os efetivos deslocamentos necessários ao fenômeno acontecem em um espaço.

Em especial, sobre esta última categoria do real, na busca em realizar aproximações teóricas entre o mundo astronômico e a teoria piagetiana, nós nos dispusemos a pensar que o entendimento desses fenômenos, em realidade, constitui uma coordenação de perspectivas inerentes a uma construção mais organizada das relações espaciais. A partir disso, procuramos, no presente capítulo, discutir a construção do espaço e suas aproximações com o entendimento das questões da Astronomia, em especial, das fases da Lua e dos Eclipses.

Por meio do referencial teórico adotado, temos que, no decurso do desenvolvimento mental, as relações de tempo, espaço e causalidade, também denominadas de estruturas infralógicas (PIAGET, [1937], 1975), vão se consolidando e perpassando processos análogos aos da construção da inteligência. É assim que, desde o período sensório-motor, assistimos ao progresso de tais categorias da realidade, até a constituição de operações lógicas e infralógicas.

Piaget e Inhelder ([1948], 1993) descreveram e analisaram, com base em provas operatórias, as inúmeras noções que compõem essa construção. Assim, puderam sistematizar

a evolução da representação do espaço, no decorrer das relações de ordem topológica, projetiva e euclidiana.

Nas relações espaciais de ordem topológica, encontramos a construção da abertura e fechamento de figuras; isso quer dizer que, sob intervenção dessas relações, a criança pode identificar a forma dos objetos, mas não, ainda, as formas geométricas, as quais necessitam de outras relações espaciais para serem entendidas, em sua totalidade. A esse respeito, Piaget e Inhelder ([1948], 1993, p. 41) explicam:

[...] pois há bem mais, na abstração das formas, do que uma simples extração das qualidades inerentes ao objeto; há uma abstração em relação à ação, ou à coordenação de ações do sujeito, e é isso que é necessário compreender desde o início para poder explicar como o raciocínio geométrico das crianças mais velhas chegará tão rapidamente a ultrapassar a experiência.

Assim, as relações topológicas são descritas como sendo as mais elementares, tanto em sua ordem de construção quanto em sua natureza. Desse modo, já no bebê, podemos encontrar o início dessas relações, nas quais a organização do espaço confina cada objeto em si mesmo, visto que os elementos que compõem a realidade percebida não fazem referência à existência de um sistema de relações espaciais, que, mais tarde, serão essenciais para uma compreensão mais elaborada do espaço:

Durante o primeiro período [...] no momento em que os objetos mudam de perspectiva, tais mudanças são percebidas como transformações do próprio objeto, e não como uma transformação dos pontos de vista relativos ao sujeito e ao objeto ao mesmo tempo. (PIAGET; INHELDER, [1948], 1993, p. 26).

Nesse particular, o progresso da motricidade e da percepção é o responsável por alicerçar os avanços no campo do espaço, de sorte que, por meio desses mecanismos, é possível a organização das primeiras relações espaciais, tais como vizinhança, separação, ordem, circunscrição (ou envoltório) e continuidade.

A relação mais elementar que a percepção pode proporcionar é a de vizinhança, isto é, a proximidade dos objetos que estão no mesmo campo. Outra relação espacial igualmente elementar e ligada à percepção da vizinhança é a de separação. À medida que elementos vizinhos e separados se organizam, faz-se necessária a intervenção da relação espacial de ordem. Com tal sucessão espacial, relaciona-se a noção de circunscrição, ou seja, os limites do objeto dos quais também se desdobram, na continuidade de linhas e superfícies.

Todas essas relações se desenvolvem ao longo do período sensório-motor (0 a 24 meses, aproximadamente). Logo, ao longo desse primeiro estágio de desenvolvimento cognitivo, temos a construção do espaço de caráter perceptivo ou sensório-motor. Para tanto,

Piaget e Inhelder ([1948], 1993) atribuem três períodos de avanços qualitativos, no que tange à construção desse espaço perceptivo.

O primeiro desses períodos, de 0 a 3-4 meses, é caracterizado pela falta de coordenação dos espaços sensoriais que rodeiam o bebê, quando, por exemplo, não existe a coordenação entre a visão e a apreensão. Nesse momento, ainda não há consciência da permanência do objeto (ainda que no plano prático) e, conseqüentemente, as formas, os tamanhos e volumes dos elementos que compõem a realidade não são constantes. Assim, os pequeninos vivem em um mundo de formas variáveis, elásticas e deformáveis.

No segundo período de construção da realidade espacial, de 4-5 a 12 meses, a coordenação entre visão e apreensão passa a existir, por meio da coordenação qualitativa desses esquemas, proporcionando muitas possibilidades de manipulação de objetos. Com isso, ocorre uma transformação do espaço perceptivo, porque as distintas ações sobre os objetos, agora permanentes, levam o bebê a um novo patamar, isto é, um mundo de elementos consistentes que conservam suas formas e grandezas.

O terceiro período, com início a partir do segundo ano de idade, mostra o avanço espacial, em termos de relações entre os objetos. É assim que, nesse momento, a criança consegue, por exemplo, movimentar um brinquedo para alcançar um segundo brinquedo. As novas relações dos objetos se dão, aqui, “[...] em relação uns aos outros e não só relativamente ao próprio corpo.” (PIAGET; INHELDER, [1948], 1993, p. 27).

Todavia, na segunda metade desse período, a criança consegue ultrapassar o plano da percepção, e o espaço caminha para o plano representativo, graças à função simbólica característica do estágio pré-operatório de desenvolvimento da inteligência.

Até esse ponto, assistimos ao avanço do espaço perceptivo para o plano representativo e, tal qual no plano mental, no plano perceptivo, a melhor compreensão do espaço acontece pela descentração do sujeito em relação aos objetos. Nesse sentido, se, em seus primeiros meses de vida, a criança não é capaz de distinguir os limites de seu corpo com o mundo, pouco a pouco, eles vão sendo diferenciados e confinados em um sistema de relações.

Vale ressaltar que as relações espaciais construídas até então são de caráter topológico e, mesmo com todas as conquistas descritas, é preciso que a criança avance, pois se trata, ainda, de uma perspectiva espacial limitada. Piaget e Inhelder ([1948], 1993) relatam que as crianças que usam as relações espaciais topológicas reconhecem facilmente objetos conhecidos, tais como uma bola, um pente, uma chave, entre outros. Porém, quando solicitados a reconhecer figuras geométricas, como um triângulo ou um quadrado, não

conseguem fazê-lo, pois, para tais relações, é preciso a intervenção de relações espaciais euclidianas.

A passagem das relações espaciais topológicas às relações espaciais euclidianas transcorre quase que simultaneamente, mas só podem acontecer, quando assegurada pelas representações. Com efeito, as crianças pouco a pouco vão abstraindo as propriedades de retas, de ângulos e de circunferência e, desse modo, passam a organizar tais propriedades mentalmente, em um sistema de relações que não estão confinadas no objeto.

Quando os objetos passam a não mais ser considerados como confinados em si mesmos e começam a ser analisados sob diferentes pontos de vista, sendo o do sujeito apenas um entre os possíveis, estamos em face das relações projetivas; “[...] assim, desde o início, as relações projetivas supõem uma coordenação entre objetos espaciais distintos, em oposição à análise intrínseca das relações topológicas próprias de cada objeto considerado em si mesmo.” (PIAGET; INHELDER, [1948], 1993, p. 168).

Conforme anteriormente explanamos e também em concordância com outros pesquisadores (KRINER, 2004; LEITE, 2006; LEITE; HOUSUME, 2009), o entendimento das questões astronômicas, na perspectiva científica, está atrelado à construção da relação de perspectivas. Isso implica que há uma correlação entre a compreensão do mundo cósmico – dos astros e fenômenos ligados a eles – e o entendimento mais elaborado das relações espaciais – e, neste ponto, aludimos às relações que ultrapassem as relações topológicas.

O processo de descentração, acompanhado pela diferenciação de perspectivas e pela coordenação de pontos de vista, é um processo paulatino e intimamente ligado à construção do espaço projetivo.

Pautados em tal afirmação, existem trabalhos que investigaram a construção da relação de perspectiva espacial, por meio da aplicação de provas operatórias, tais como Oliveira (2005), que relacionou as diferentes estratégias utilizadas por crianças, no jogo de xadrez, com a construção de uma relação de perspectiva. Alexandre e Souza (2011) investigaram a construção do espaço projetivo e as estratégias usadas em jogos de multimídia, enquanto Meneghel (2016) examinou as relações entre as construções espaciais e a exposição aos aparelhos de tela. De forma breve, apresentaremos alguns resultados desses trabalhos, os quais podem nos auxiliar nas discussões aqui presentes.

Oliveira (2005), em seu estudo com estudantes da escola básica, observou que as condutas no jogo de xadrez se associam com o desempenho dos escolares, na situação de relacionamento de perspectivas (PIAGET; INHELDER [1948], 1993) e com a avaliação da

tomada de perspectiva social, isto é, todos os processos investigados caminham da centração à descentração.

Por seu turno, Alexandre e Souza (2011), também investigando as relações projetivas presentes na prova operatória acerca do relacionamento de perspectivas e um jogo multimídia, relataram que as construções projetivas na realidade virtual foram observadas mais tarde, quando comparadas ao desempenho na prova piagetiana, visto que, para os pesquisadores, o jogo carece de maiores coordenações que ultrapassam as situações concretas.

Meneghel (2016) investigou se o contato com mais de três horas de telas tinha influência na construção das operatórias concretas e infralógicas de espaço. A autora encontrou uma relação positiva entre a ausência de estruturas operatórias, ausência da noção de espaço e o maior tempo de exposição aos aparelhos de tela.

Nas pesquisas apresentadas, acompanhamos a existência de relações entre a construção do espaço projetivo e as variáveis investigadas. Tais estudos demonstraram que a descentração presente no tipo de construção investigada é condição necessária para compreensão e aplicação de estratégias mais elaboradas nos jogos, tanto de xadrez (OLIVEIRA, 2005) quanto multimídia (ALEXANDRE; SOUZA, 2011), paralelamente a uma melhor compreensão das noções espaciais (MENEGHEL, 2016).

É preciso entender que a construção de uma perspectiva espacial do tipo projetiva favorece a criação de possibilidades que conferem ao sujeito novas formas de pensar as relações de perspectiva. Cremos que essas possibilidades devem estar presentes para entender os fenômenos astronômicos ligados à temática que investigamos.

Os estudos piagetianos mostram que não é o fato de os sujeitos observarem o fenômeno ou uma determinada situação que garante a compreensão e a construção de uma relação espacial projetiva, mas apenas quando da diferenciação e coordenação de perspectivas, a qual amplia a construção espacial, uma vez que, sem estas, é impossível compreender as relações entre os objetos. Assim, relações horizontais, verticais, em cima, em baixo, em frente e atrás são diferenciadas, todavia, ao mesmo tempo se integram na constituição do espaço.

Quando pensamos nas questões que tangem a Astronomia básica, não conseguimos desvinculá-las de tais processos de descentração e de coordenação de perspectivas, fundamentais para a compreensão do espaço. Nesse sentido, acreditamos que, dificilmente, um sujeito que não possui uma estrutura cognitiva capaz de promover um pensamento mais elaborado irá compreender a Astronomia, em sua totalidade.

Especificamente quanto ao nosso tema de investigação, as fases da Lua e os Eclipses, muitas são as aproximações entre a construção do espaço e o entendimento científico esperado para tais questões. Por exemplo, para compreender essas temáticas em sua totalidade, é necessário ter constituído a visão heliocêntrica e, para isso, é preciso descentrar perspectivas, já que temos que nos abstrair do aparente movimento diário do Sol em volta da Terra, afinal, a percepção nos convence de que ele “nasce” de um lado e se “põe” de outro”.

Da mesma forma, para compreender que a Lua possui um movimento em torno da Terra e que, ao longo dessa trajetória, assume diferentes posições nas quais reflete a luz solar, é necessário, mais uma vez, lançar mão de um pensamento descentrado e com coordenação constante de perspectivas.

Nos estudos de Piaget e Inhelder ([1948], 1993), vimos que os participantes conseguiram demonstrar esse tipo de pensamento, por volta dos 11-12 anos, o qual culmina, em teoria, com a entrada no período formal. Conforme realçamos, os conteúdos fases da Lua e Eclipses devem ser trabalhados no 8º ano, no Estado de São Paulo, quando os alunos têm por volta de 13-14 anos. Indagamo-nos a propósito do pensamento desses alunos: eles apresentariam a construção do espaço projetivo?

Outra indagação se faz sobre a maneira como a Astronomia básica, em especial as fases da Lua e os Eclipses, são desenvolvidos em sala de aula. Em pesquisas, vemos esforços para que a atividade didática centre seu trabalho na construção de modelos explicativos (MARTINS; LANGHI, 2012), na construção de materiais paradidáticos (ROSADO, 2012), na utilização de hipermídias (COSTA, 2011) e até mesmo na melhor preparação de professores para tratar das relações entre construção do espaço e Astronomia (LEITE, 2006; LEITE; HOUSUME, 2009). Entretanto, não temos trabalhos ou propostas curriculares que tratem de uma melhor aproximação entre construção de conhecimentos astronômicos com a construção de perspectivas espaciais, as quais, por tudo o que expusemos até este ponto, nos parecem essenciais para um melhor entendimento dessas questões.

Em face de tais informações, no próximo capítulo, abordaremos nossas direções metodológicas para o diagnóstico de ideias sobre as fases da Lua e Eclipses e de desenvolvimento cognitivo, em especial, para a construção de perspectivas espaciais em alunos do Ensino Fundamental II, bem como para o encaminhamento de uma intervenção pedagógica condizente com o campo teórico que escolhemos.

**ESTUDO 2 – OS ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL II E SUAS IDEIAS SOBRE
AS FASES DA LUA, OS ECLIPSES E AS RELAÇÕES DE PERSPECTIVAS**

7 ASPECTOS METODOLÓGICOS DE UMA INVESTIGAÇÃO JUNTO A ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL II

7.1 Problema

Em linhas gerais, o problema central decorrente do Estudo 1 e que sustenta a presente tese pode ser enunciado da seguinte forma: quais os efeitos de uma intervenção pedagógica, pautada em princípios da teoria piagetiana, em estudantes do 8º ano da rede estadual de ensino, com relação à aprendizagem de conceitos ligados à Astronomia, em específico, as Fases da Lua e os Eclipses?

7.2 Hipótese

Partimos da hipótese de que os estudantes do Ensino Fundamental II não possuem uma compreensão mais elaborada, próxima à científica, sobre os fenômenos astronômicos, além de não ter uma organização cognitiva que embase tal compreensão. Ademais, acreditamos que uma forma diferenciada de ensino, em oposição às posturas tradicionais, pode tanto favorecer a aprendizagem dessas questões quanto possibilitar uma reorganização cognitiva que será refletida em um melhor desempenho em atividades operatórias.

7.3 Objetivos

7.3.1 Objetivo geral

Verificar os impactos de uma intervenção pedagógica, pautada em princípios da teoria piagetiana, com respeito à aprendizagem de conceitos complexos, na perspectiva docente, ligados à Astronomia, em específico, as fases da Lua e os Eclipses.

7.3.2 Objetivos específicos

- Empregar uma intervenção pedagógica, pautada em princípios da teoria piagetiana, sobre conceitos ligados aos fenômenos das fases da Lua e dos Eclipses, em uma sala de 8º ano da rede estadual de ensino.

- Avaliar o desempenho dos participantes na entrevista clínico-crítica a respeito dos fenômenos das fases da Lua e dos Eclipses em situação de pré e pós-teste.
- Investigar, por meio da aplicação das provas operatórias “a projeção de sombras” e o “o relacionamento de perspectivas”, a construção de perspectivas espaciais, em situação de pré e pós-teste.
- Avaliar os efeitos da intervenção em relação à aprendizagem de conteúdos específicos exigidos em avaliações oficiais.
- Verificar a existência de uma relação entre as ideias sobre fases da Lua e Eclipses e as relações de perspectiva espacial.
- Oferecer contribuições para as áreas de educação, ensino de Ciências e educação em Astronomia, em relação à aprendizagem de conteúdos desta temática.

7.4 Delineamento

A presente fase do estudo possui delineamento quase-experimental. Esse tipo de opção metodológica está relacionado a um pré-teste marcado por um conjunto de observações dos sujeitos, seguido de um tratamento. Em sequência, dá-se um pós-teste igualmente demarcado pelo conjunto de observações. Campbell e Stanley (1979, p. 61) enfatizam:

Há muitos contextos sociais naturais em que o pesquisador pode introduzir algo semelhante ao delineamento experimental em sua programação de procedimentos de coleta de dados (por exemplo, *quando* e *quem* medir), ainda que lhe falte o pleno controle da aplicação dos estímulos experimentais (*quando* e *quem* expor e a capacidade de casualizar exposições) [...].

Shaughnessy, Zechmeister e Zechmeister (2012) relatam as dificuldades em se experimentar, nos ambientes naturais, os quais fogem aos limites de um laboratório. A escola, por exemplo, enquadra-se em um desses ambientes, de modo que delineamentos quase-experimentais têm-se mostrado mais coerentes e adequados, quando existe o objetivo de testar alguma intervenção ou tratamento, “[...] mas não possuem o grau de controle encontrado em experimentos verdadeiros.” (SHAUGHNESSY; ZECHMEISTER; ZECHMEISTER, 2012, p. 327).

Nosso estudo igualmente se caracteriza por ser de abordagem mista, pois utiliza as contribuições das esferas quantitativa e qualitativa (CRESWELL, 2010). No âmbito qualitativo, procuramos uma exaustiva análise dos conteúdos das respostas dos participantes para as entrevistas e situações de provas operatórias, bem como englobamos as relações entre

essas e as questões teóricas anteriormente explicitadas. A contribuição quantitativa deu-se por meio da estatística descritiva, sobretudo no que se refere à frequência de respostas. Em acréscimo, testes estatísticos específicos foram utilizados, com o objetivo de averiguar a presença de relações e correlações entre as variáveis investigadas.

7.5 Participantes e instituição

Para a realização deste estudo, contamos com a participação de 20 estudantes, com idade entre 13 e 14 anos, regularmente matriculados numa sala de 8º ano do Ensino Fundamental II da rede estadual no interior de São Paulo. A escola participante funciona nos períodos matutino e vespertino e situa-se em uma região periférica da cidade de Marília, atendendo em torno de 650 alunos, dos quais cerca de 280 pertencem ao Ensino Fundamental II e 370, ao Ensino Médio.

Tal instituição foi escolhida por enquadrar-se no critério de amostragem por conveniência, visto que, após a apresentação dos objetivos e procedimentos adotados, houve interesse em participar de nossa pesquisa.

7.6 Instrumentos

A coleta de dados aconteceu por meio da aplicação de quatro instrumentos, a saber: uma entrevista clínico-crítica, duas provas operatórias e uma avaliação quantitativa do tipo “simulado”. Os três primeiros instrumentos foram utilizados em situação de pré-teste e pós-testagem 1, iniciada logo após a situação de intervenção pedagógica, enquanto o simulado compôs um pós-teste 2, realizado 30 dias depois do início da primeira pós-testagem.

7.6.1 Entrevista clínico-crítica

No Quadro 4, a seguir, expomos os questionamentos que fizeram parte da entrevista construída, especificamente, para os objetivos da presente pesquisa. As questões e as situações propostas foram por nós sistematizadas e inspiradas em trabalhos anteriores, os quais também investigaram a temática das fases da Lua e dos Eclipses.

Quadro 4 - Entrevista clínico-crítica sobre as fases da Lua e Eclipses

- 1- O que você sabe sobre a Lua?
 - 2- Ela está todas as noites no céu?
 - 3- E ela está sempre no mesmo lugar?
 - 4- Ela está sempre do mesmo jeito? Quais são as formas que você já viu?
 - 5- Por que isto acontece?
 - 6- Será que todas as pessoas do mundo veem a Lua da mesma forma?
 - 7- Agora você vai assistir um vídeo (Eclipse lunar)⁴
 - 8- O que está acontecendo?
 - 9- O que é isso que está acontecendo?
 - 10- Porque isso acontece?
- Se o estudante não falar algo relacionado aos Eclipses, questionar: você conhece a palavra Eclipse? O que é um Eclipse?

Fonte: autoria própria.

7.6.2 Provas operatórias

Após a entrevista, duas provas operatórias foram aplicadas aos participantes. As provas escolhidas, por se adequarem aos nossos objetivos de investigação, foram: “A projeção de sombras” (PIAGET; INHELDER, [1948], 1993) - Apêndice D, e “O relacionamento das perspectivas” (PIAGET; INHELDER, [1948], 1993) - Apêndice E. Ainda, depois da intervenção pedagógica, tais instrumentos foram novamente reaplicados em situação de pós-teste 1.

7.6.3 Simulado

Para a situação de pós-testagem 2, confeccionamos um simulado com questões presentes nas avaliações da Olimpíada brasileira de Astronomia e Astronáutica – OBA, do Sistema de avaliação de rendimento escolar do Estado de São Paulo – SARESP, do projeto Cientistas do Amanhã, do Estado do Rio de Janeiro e uma questão formulada pela autora da pesquisa. O simulado completo encontra-se no Apêndice F.

⁴ Vídeo acelerado adaptado do disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=OCJzO38jn_o. Acesso em: 20/06/2016.

7.7 Aspectos éticos

Todas as dimensões éticas envolvendo a pesquisa com seres humanos foram respeitadas. Dessa forma, todos os envolvidos, escola e participantes foram esclarecidos quanto às etapas e objetivos da pesquisa. Ressalta-se, ainda, que os estudantes pesquisados receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B) e o Termo de Assentimento (Apêndice C), sendo por seus responsáveis e por eles, respectivamente, preenchidos e assinados, em consonância com o parecer consubstanciado do Comitê de Ética em pesquisa local - CEP, parecer nº 1.685.014 (Anexo A).

7.8 Procedimentos

A escola participante foi informada quanto aos objetivos e etapas da pesquisa. Após obtermos as devidas autorizações, convidamos os alunos de uma sala de 8º ano para participarem da investigação. Nesse momento, em uma sala de aula com 32 alunos matriculados, obtivemos o retorno de 20 alunos, os quais se dispuseram a participar de nosso estudo.

Para iniciarmos a investigação em situação de pré-testagem, os 20 estudantes da amostra foram submetidos à aplicação de três instrumentos de coleta de dados: a entrevista clínico-crítica e as provas operatórias.

Logo após, num segundo momento, a sala de aula, na qual tais estudantes estavam matriculados, participou de uma intervenção pedagógica, pautada em pressupostos piagetianos, sobre os conteúdos fases da Lua e Eclipses, conduzida pela autora desta pesquisa. Esse momento teve duração de 10 horas/aulas, de 50 minutos cada. Os conteúdos abarcados pela intervenção mantiveram-se de acordo com as proposições do currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2010) e as atividades realizadas foram planejadas, a partir das ideias prévias dos alunos, obtidas no pré-teste. Ademais, buscamos seguir o tempo médio previsto para o trabalho com tais conteúdos, atualmente, de 6 horas/aulas. No entanto, sabemos que estas são indicações, de maneira que o professor, em respeito a seu planejamento, tem liberdade de utilizar mais ou menos aulas.

O terceiro momento caracterizou-se pela primeira pós-testagem, a qual sucedeu, imediatamente, ao final da intervenção. Nessa etapa, foram reaplicados os instrumentos usados no pré-teste.

Por fim, no quarto e último momento da coleta de dados, foi efetuado um segundo pós-teste, 30 dias após a pós-testagem 1 (BOVET; PARRAT-DAYAN; VONÈCHE, 1986). O objetivo dessa etapa foi minimizar possíveis efeitos de memorização de respostas no pós-teste, bem como avaliar a consolidação, desequilíbrios e decalagens inerentes ao desenvolvimento e à aprendizagem. Nessa situação, os alunos responderam a questões contidas em um simulado, aplicado em uma aula da disciplina de Ciências, com duração de 50 minutos.

Ressaltamos que a entrevista e a aplicação das provas operatórias foram gravadas em áudio e vídeo. No entanto, a intervenção pedagógica foi gravada somente em áudio, pois os participantes não estavam à vontade com as filmagens. Todas as situações foram transcritas e posteriormente analisadas.

7.9 Análises dos dados

As análises deram-se de forma qualitativa e quantitativa. Assim, as respostas das entrevistas foram analisadas de acordo com as formas de compreensão dos fenômenos físicos e também, em consonância com duas frequências relativas e absolutas. Para as provas operatórias, empregou-se o enquadramento em níveis e estádios e, para o simulado, apoiamo-nos no percentual de acertos e em uma discussão qualitativa dos resultados. Ademais, um teste estatístico específico para a correlação entre as variáveis investigadas foi aplicado.

7.9.1 Análises de juízes

Em busca de uma maior confiabilidade nos resultados, as provas operatórias aplicadas passaram pelo critério da análise de juízes (FAGUNDES, 1981). Nesse momento, um percentual de 10% do total de provas operatórias foi repassado ao crivo de dois experientes pesquisadores da área. Os resultados encontrados pelos juízes compuseram um índice de concordância de 76,38%. Como o ideal mínimo de confiabilidade é de 70%, podemos afirmar que nossos percentuais mostram a confiabilidade das análises que serão apresentadas no próximo capítulo.

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES DO ESTUDO 2

Passaremos à apresentação e discussão dos resultados da entrevista e das provas operatórias em pré e pós-teste 1 e do simulado em pós-teste 2, bem como da intervenção pedagógica implementada.

8.1 Resultados das entrevistas no pré-teste

Conforme ressaltado no capítulo anterior, referente aos aspectos metodológicos adotados na presente tese, inicialmente, os estudantes foram indagados acerca de suas observações sobre a Lua, isto é, se tinham o hábito de olhar para esse astro e, ainda, se o viam ou não sempre da mesma forma e no mesmo lugar. Nesses questionamentos iniciais, 100% dos participantes afirmaram já ter olhado para a Lua, já tê-la visto de diferentes formas e em diferentes posições, embora nem sempre soubessem o nome de cada uma das fases. Essa característica nos distancia dos resultados de Iachel, Langhi e Scalvi (2008), para os quais os estudantes investigados declararam desconhecer o fenômeno.

8.1.1 As fases da Lua no pré-teste

Após as indagações iniciais, passamos para o seguinte questionamento: “Por que acontecem as fases da Lua?” As respostas encontradas foram categorizadas de acordo com seu conteúdo, e os resultados serão expostos, a seguir. Todavia, é importante esclarecer que as categorias descritas foram definidas, portanto, *a posteriori* e de maneira não hierárquica, no que tange à compreensão do fenômeno.

Categoria 1 - Não sabe explicar o fenômeno

A primeira categoria, a qual representa 40% de nossa amostra, é composta pelas respostas dos estudantes que afirmaram não saber o motivo para a ocorrência das fases da Lua. Vejamos que não são estudantes que desconhecem o fenômeno, pois anteriormente ao questionamento sobre o motivo das fases, todos responderam já ter visto alguma fase da Lua, tais como a Cheia ou a Minguante. No entanto, nossos participantes não conseguiram associar nenhum fator para explicá-lo. Acompanhem, nos seguintes excertos:

[...] **E por que acontecem essas fases da Lua?** Não sei, a Lua tem as fases dela, daí eu não lembro. (DAP⁵, 13 anos).

[...] Eu já estudei sobre isso já, estudei uma vez, só que faz muito tempo. Acho que foi no terceiro ano. (LEO, 13 anos).

Nas falas apresentadas, vemos em DAP que o fenômeno lhe é familiar, mas ainda assim não consegue formular uma explicação para tal. Da mesma maneira, o participante LEO não ofereceu uma concepção, mesmo que tenha aproximado nosso questionamento com o que fora trabalhado na escola.

Em uma pesquisa de Costa e Germano (2011), a respeito da mesma temática que investigamos e efetuada junto a alunos de distintos cursos de formação inicial, foram encontrados resultados que possuem aproximações com os nossos. Os autores obtiveram sua maior categoria de respostas com 23%, representada por discentes que não responderam à indagação quanto ao motivo para a ocorrência das fases da Lua.

Acreditamos que o não fornecimento de explicações, e até mesmo o esquecimento delas, como vimos, nos remete ao que anteriormente discutimos sobre o fato de que não basta observar o fenômeno, para compreendê-lo, contudo, é preciso receber e relacionar informações, fazer inferências, criar hipóteses. Entretanto, para que isso aconteça, é preciso que o sujeito seja levado à reflexão, isto é, ele precisa ser desafiado a conhecer o fenômeno.

Categoria 2 - Explicações superficiais

Na segunda categoria, observada em 20% dos participantes, estão concepções que podem ser consideradas como mais próximas à perspectiva científica. Todavia, ainda retratam uma forma muito superficial de interpretação, pois não demonstram uma compreensão clara e segura do fenômeno. Vejamos, a seguir, alguns exemplos:

Mas isso de ter Lua Minguante, Cheia, por que acontece isso? Eu penso que, às vezes, a Lua não pega muito brilho. **Como assim?** Ela não tem brilho próprio, ela precisa do Sol pra ter brilho, aí tem horas que ela não pega muito brilho do Sol [...]. (BRE, 13 anos).

Me fala o que é uma Lua Cheia, como que eu olho para o céu e sei que é uma Lua Cheia? É quando ela está inteira, é que a Lua vai aparecendo por partes, vamos supor que o Sol bate e reflete nela, aí aparece. **Eu ia te perguntar mesmo porque acontece de ter Lua Cheia, Lua Nova, as fases da Lua?** É o eixo, é porque o Sol gira, a Terra gira e a Lua também, então tipo só pega na lua. (YAG, 13 anos).

⁵ Os participantes serão identificados pelas três primeiras iniciais de seu nome.

Nesses excertos, notamos a existência de conceitos importantes para a compreensão do fenômeno, tal como o fato de a Lua ser um corpo iluminado pelo Sol, conforme podemos ver em BRE. Todavia, em momento algum esse estudante fez referência aos movimentos da Lua em relação à Terra e desse sistema em relação ao Sol.

Já em YAG, encontramos essa explicação, embora ele afirme que o Sol tenha movimento. Ademais, verificamos que, embora sejam explicações mais próximas às ideias científicas, foi possível perceber a dificuldade em relacionar os conceitos para uma explicação mais completa, além da pouca familiarização com termos científicos.

Os resultados dessa segunda categoria assemelham-se aos achados das pesquisas de Costa e Germano (2011), que encontraram um percentual de 13% de respostas próximas à compreensão científica, assim como do estudo de Darroz et al. (2013), o qual mostrou que apenas 15% dos participantes puderam fornecer explicações mais coerentes com tal perspectiva.

Categoria 3 - Concepções alternativas: explicações naturais

Nessa categoria, com 15% das respostas, estão presentes concepções que revelam a ideia de que as fases da Lua são situações naturais, as quais podem acontecer, porque o tempo vai passando e, assim, parte da Lua vai sumindo e aparecendo. São exemplos:

E porque acontece de ter Lua cheia, Lua minguante? Acho que é um negócio de tempo, de dia, eu não sei. **O que você acha?** Que tem a ver porque ela muda de forma conforme vai passando os dias. (VIT, 13 anos).

E porque que acontece de ter isso essa Lua inteira branca e metade preta ou inteira branca? Eu acho, não tenho certeza, eu acho que ela vai sumindo assim. Ela inteira, ela é redonda aí às vezes ela vai sumindo, porque tá mudando, assim, o tempo. (JEN, 13 anos).

As ideias dessa categoria evidenciam que esses estudantes acreditam no fenômeno como fruto da regularidade do tempo, não atribuindo sua ocorrência a nenhum outro aspecto. Ressalta-se que não se trata de pensar em um evento que acontece por meio de magia, porém, pelo avançar dos dias, isto é, um fenômeno relacionado ao tempo.

Categoria 4 - Concepções alternativas: a Lua muda de tamanho

Em outra categoria, pudemos enquadrar as respostas, representadas pelo percentual de 10%, que revelam a compreensão de que, durante as fases da Lua, o astro pode diminuir e aumentar de tamanho, conforme podemos acompanhar:

Então, o que é uma lua minguante? Ah, eu não sei, eu sei que a crescente é a que a Lua fica maior. **Ela muda de tamanho?** Muda, a crescente eu acho que ela cresce e a outra eu não me lembro. **Então me fala, ela muda de tamanho então?** A crescente é pequenininha e a cheia maior. (LET, 13 anos).

E como que é uma Lua Nova? Quando ela tá pequena. **E como que é uma Lua Cheia?** Ela tá bem grande e redonda. **O que acontece?** A Lua nova é pequena, aí quando a Lua é cheia ela aumenta. **Ela aumenta o tamanho?** É. (KAI, 13 anos).

Estamos diante de afirmações que demonstram o desconhecimento dos alunos quanto às características lunares, tais como composição e tamanho. Desse modo, os excertos apresentados podem ser considerados como fenomênicos, isto é, as explicações são pautadas apenas na aparência do fenômeno, tal qual nos relatou KAI, quando afirmou que a Lua Nova é pequena e a Cheia é grande.

Essa categoria nos despertou atenção, haja vista que nossos investigados são estudantes já com 13 anos e que, em tese, teriam possibilidades para se desprender das aparências e realizar abstrações mais elaboradas, até mesmo no plano hipotético-dedutivo.

Categoria 5 - Concepções diversas

Em uma última categoria, com 15% do percentual de respostas, estão presentes diversas concepções para explicar o fenômeno. Optamos por uni-las, por serem ideias distintas e únicas, mas que, isoladas, não seriam estatisticamente significativas. Vejamos, em sequência, tais pensamentos e seus exemplos.

Planetas cobrem a Lua:

[...] **Mas você acha que é algum planeta que cobre a Lua? É. Me conta como funciona isso.** Ah sei lá, a Lua está aqui [representa a Lua com a mão] e os planetas giram em volta da Lua e eles passam pela Lua e eu acho que cobre. **Por isso que tem as fases da Lua? É.** (BEA, 13 anos).

Nessa concepção, nota-se que o participante acredita que a Lua possui uma órbita própria, ao redor da qual os demais planetas circundam e nela fazem sombra. Trata-se de uma ideia que traz elementos científicos, contudo, de forma equivocada, e não se faz exclusiva de nossa pesquisa, porque Iachel, Langhi e Scalvi (2008) também encontraram essa concepção.

Sombra da Terra na Lua:

[...] é por causa da sombra da Terra sobre a Lua. **Como é isso, me conta?** É porque o sol que tá lá do outro lado do mundo, ele bate e a sombra da Terra é refletida na

Lua, aí fica uma parte escura e outra mais clara. (FEL, 13 anos).

A ideia de que a sombra da Terra na Lua é responsável pela existência das fases lunares é uma concepção bastante frequente em outras investigações, por exemplo, em Camino (1995), Puzzo (2005) e Rodríguez (2007), com professores, e em Trumper (2001) e Iachel, Langhi e Scalvi (2008), com alunos da Educação Básica.

Na Tabela 12, a seguir, vemos os percentuais e as frequências médias de cada uma das categorias.

Tabela 12 - Frequências de respostas sobre o motivo de ocorrência das fases da Lua no pré-teste

Categoria	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
1- Não sabe explicar o fenômeno	8	40
2- Explicações superficiais	4	20
3- Concepções alternativas: explicações naturais	3	15
4- Concepções alternativas: a Lua muda de tamanho	2	10
5- Concepções diversas	3	15
Total	20	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme pudemos verificar, na entrevista de pré-teste e no que se refere à compreensão do fenômeno das fases da Lua, em 40% da frequência de respostas os estudantes não sabem explicar as causas desse acontecimento. No entanto, quando possuem uma explicação, também com percentual de 40%, devido à soma das categorias 3, 4 e 5, isso remete a uma concepção alternativa, revelando a pouca utilização de explicações mais próximas aos conceitos científicos.

Passaremos a apresentar os resultados obtidos no que concerne ao fenômeno dos Eclipses. Vale lembrar que, durante a aplicação das entrevistas, após as perguntas ligadas à compreensão do fenômeno das fases da Lua, os participantes assistiam a um vídeo que mostrava um Eclipse em modo acelerado e, em seguida, eram questionados sobre tal situação. Seguem os resultados, em sequência.

8.1.2 Os Eclipses no pré-teste

Categoria 1 – Desconhece o fenômeno

Foram enquadradas, em uma primeira categoria, 10% de respostas que afirmaram desconhecer o fenômeno dos Eclipses. É importante frisar que, após assistir ao vídeo, os alunos eram questionados sobre o que haviam visto e, caso eles não mencionassem o fenômeno em questão, a pesquisadora perguntava: “Você já ouviu a palavra Eclipse? O que é um Eclipse?” Dessa forma, as concepções que mostraram total desconhecimento do fenômeno fazem parte dessa categoria, conforme podemos ver nos excertos:

O que aconteceu nesse vídeo? A Lua mudou de cores. **E isso se parece com alguma coisa que acontece no céu?** Não. **Você conhece a palavra Eclipse?** Conheço de filme só. **Que filme?** É, o do vampiro, esqueci o nome. **E o que é um Eclipse?** Eu nunca pesquisei, acho que é mudança de cores na Lua. **E por que acontece essa mudança de cores?** Eu não sei. (ANA, 13 anos)

E o que é isso que aconteceu nesse vídeo? Não sei, acho que ela [a Lua] estava girando em volta da Terra [...] **Você conhece a palavra Eclipse?** Já ouvi falar. **E o que é ela?** Eu já ouvi falar, não é esquisito para mim. Eu acho que é alguma coisa, é tipo um círculo. (JEN, 13 anos).

Vemos, nos dois exemplos apresentados, que os participantes associaram a palavra Eclipse a outros significados, tais como um nome de um filme ou, ainda, fez-se certa confusão ao confundi-la com “elipse”, conforme mostrado no caso de JEN.

Ao contrário do verificado por ocasião das fases da Lua, na qual todos os participantes da pesquisa afirmaram já ter ao menos observado o fenômeno, quanto aos Eclipses, nós nos deparamos com o desconhecimento da situação, mesmo em se tratando de alunos do Ensino Fundamental II.

Categoria 2 – Não sabe explicar o fenômeno

Obtivemos um percentual de 15% de respostas que relataram não saber explicar o fenômeno. Com efeito, esta é uma categoria distinta da primeira, pois, aqui, os participantes declararam conhecer o fenômeno dos Eclipses, porém, não sabem explicar os motivos de sua ocorrência:

Você já ouviu falar na palavra Eclipse? Já, aqui em Marília já teve. **E o que é isso?** Eu não sei explicar. (LET, 13 anos).

[...] **E por que você achou que era um Eclipse aqui no vídeo?** Por que a Lua ficou quase igual ao Sol. **E por que acontece Eclipse?** Eu não sei. (LUC, 13 anos).

Categoria 3 – Explicações superficiais

Nesta categoria, com 20% da frequência de respostas, enquadram-se as falas que trazem alguma forma de explicação para o fenômeno dos Eclipses. Entretanto, são muito superficiais, porque apenas reproduzem ideias veiculadas no senso comum. Vejamos, a seguir, dois excertos que melhor ilustram essa situação.

E você me falou que era um Eclipse, isso é um Eclipse? Não, é quando é o Sol e a Lua. **O que acontece?** Eles passam perto um do outro. **Como assim?** A Lua passa perto do Sol. Ela passa por um segundo, aí fica escuro, mas demora para acontecer. **Por quê?** A Lua precisa andar e ela demora. (GIL, 13 anos).

[...] **O que aconteceu no vídeo?** Parece que foi um Eclipse, por que ela ficou vermelha, tem um eclipse que fica assim, acho que é o Eclipse lunar. **E o que é isso?** Eu só vi, não sei explicar direito como é. **E como a gente sabe que é um Eclipse?** Quando a Lua muda de cor, fica de outro jeito [...] **Por que acontece Eclipse?** Eu não sei, o fogo do Sol entrou atrás dela [da Lua]. (BRE, 13 anos).

Em tais exemplos, acompanhamos ideias, tais como “a Lua passa pelo Sol” ou então “A Lua entrou na frente do Sol” e, embora sejam ideias com afirmações próximas à perspectiva científica, quando questionados sobre como, de fato, essas situações acontecem, os alunos não conseguem dar mais detalhes ou, quando o fazem, são explicações vagas e imprecisas.

Categoria 4 – Explicações confusas

Na quarta categoria, com 25% das respostas, estão interpretações que mais se aproximam das explicações científicas, mas são confusas. Vejamos:

[...] É um Eclipse. A Terra está entrando na frente do Sol, é onde que fica sem luz, porque o Sol não consegue iluminar e fica assim [continua assistindo o vídeo]. **Então, você falou para mim que era um Eclipse, me explica melhor?** É o alinhamento da Terra, do Sol e da Lua, eu acho que a Terra fica na frente do Sol, depende, né, porque tem o Eclipse lunar e o solar, mas Eclipse é quando tem o alinhamento. (YAG, 13 anos).

Ao longo da entrevista de YAG, nota-se a presença de elementos científicos, como o movimento da Terra e sua necessidade de alinhamento com o Sol, para a ocorrência dos Eclipses. Entretanto, quando ele é solicitado a explicar melhor o fenômeno, ainda não o faz com muita objetividade. Da mesma maneira tem-se neste outro exemplo:

O que aconteceu nesse vídeo? O Sol chegou na mesma reta que a Lua, aí teve o Eclipse, aí ele foi passando para o outro lado e foi voltando ao normal. **O Sol que foi passando?** É, quando ele foi chegando perto da Lua ele fez o Eclipse. **Então o Sol gira?** Se não me engano o Sol fica parado e nós que damos a volta nele. (LEO, 13 anos).

Na explicação de LEO, temos uma ideia mais completa, uma vez que ele não apenas conta que os astros precisam estar alinhados, todavia, de alguma forma, tenta explicar como

isso acontece, quando cita a ideia de que a Terra precisa “chegar perto da Lua”. Porém, as informações são incorretas e, em alguns momentos, equivocadas.

Essa categoria de respostas também aparece no estudo de Puzzo (2005) junto a professores de Ciências em exercício. Nessa ocasião, a pesquisadora encontrou igualmente ideias confusas para explicar o fenômeno, porque, tal qual nossa pesquisa, percebeu-se que os professores participantes de seu estudo reconheciam a necessidade do alinhamento Sol-Terra-Lua, mas, comumente, havia equívocos ou dúvidas quanto à posição desses astros.

Categoria 5 – Concepções alternativas

Por fim, temos uma última categoria, com 30% do percentual de respostas, na qual foi possível enquadrar as falas que empregaram concepções alternativas. É oportuno ressaltar que foram respostas que trazem elementos científicos, por exemplo, a necessidade de algo “cobrir a Lua”, mas para explicar isso, recorreu-se a planetas, como podemos ver no excerto a seguir:

[...] **Você falou que acha que pode ser um Eclipse, o que é isso?** Agora eu esqueci, mas é quando alguma coisa entra na frente da Lua, pode ser um planeta, tipo Marte. (JOA, 13 anos).

Em outros exemplos, nuvens foram citadas como a causa dos Eclipses. Vejamos:

Você já ouviu falar na palavra Eclipse? Já, é o que eu falei, é da nuvem entrar na frente da Lua. E acontece isso sempre? Não, demora muito. (DAP, 13 anos).

E por que acontece ele [o Eclipse]? É porque alguma coisa vai cobrindo a Lua, eu esqueci o que cobre, alguma coisa passa na frente da Lua. **Que coisa?** Ah, qualquer coisa, um planeta, uma nuvem. (RAI, 13 anos).

Na Tabela 13, a seguir, acompanhamos as frequências de respostas em cada uma das categorias observadas.

Tabela 13 - Frequência de respostas sobre o motivo de ocorrência dos Eclipses no pré-teste

Categoria	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
1 – Desconhece o fenômeno	2	10
2 – Não sabe explicar o fenômeno	3	15
3 – Explicações superficiais	4	20
4 – Explicações confusas	5	25
5 – Concepções alternativas	6	30
Total	20	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Diante dessa tabela, notamos que as categorias 3 e 4 são aquelas que, de alguma maneira, trazem ideias que mais se aproximam da perspectiva científica. Somando o

percentual de ambas, temos que 45% dos participantes trazem esses elementos às suas explicações quanto à ocorrência dos Eclipses, mesmo de maneira incompleta.

Embora insatisfatório, por estarmos tratando de alunos já no Ensino Fundamental II, nossos resultados em situação de pré-testagem foram melhores que o estudo de Darroz et al. (2014), no qual somente 33% de alunos do Ensino Fundamental e 37% de alunos do Ensino Médio conseguiram explicar os Eclipses, por meio de elementos da perspectiva científica.

Todavia, o fato de termos um percentual de 30% de concepções alternativas, nas quais nuvens ou planetas cobrem a Lua, nos chama atenção, uma vez que esse resultado remete ao fato de que as explicações sobre o fenômeno se centram apenas em um único astro, isto é, na Lua, sem considerar as demais configurações e elementos que estão envolvidos na ocorrência do Eclipse.

Por buscarmos investigar as relações entre a compreensão desses fenômenos com as perspectivas, foram aplicadas provas operatórias específicas. Revelaremos os resultados das aplicações, a seguir.

8.2 Resultados das provas operatórias no pré-teste

8.2.1 Resultados da prova operatória “O relacionamento das perspectivas”

Antes de adentrarmos nas análises, é importante ressaltar que estamos analisando os participantes apenas em duas provas operatórias, buscando relações entre os mecanismos empregados em ambas as provas e sua forma de conceber os conteúdos de Astronomia presentes em nossa investigação.

Na prova operatória o relacionamento das perspectivas (PIAGET; INHELDER, [1948], 1993), busca-se compreender a maneira como o sujeito pensa e coordena diferentes perspectivas, ou melhor, se ele estabelece uma relação centrada ou descentrada quanto aos objetos e às situações propostas.

A partir das relações estabelecidas, seu desempenho pode ser interpretado em estádios e subestádios, sendo eles: I A, I B, II A, II B, III A, III B. Pode-se compreender que o estágio I e seus subestádios apresentam elementos do pensamento pré-operatório, o estágio II e seus subestádios, relacionam-se com a forma de pensar do estágio operatório concreto e, por sua vez, o estágio III e seus subestádios aproximam-se das estruturas presentes no estágio operatório formal.

Em nossa investigação, não encontramos nenhum participante no primeiro estágio. Os estágios e subestágios encontrados foram:

Estádio II – subestádio A

- **Técnica 1**

Na primeira técnica, as três montanhas são apresentadas ao participante e solicita-se que ele monte, com ajuda de cartões que representam as montanhas, a maneira que elas estariam em fotografias tiradas pela boneca, em diferentes posições. Para tanto, o participante deve permanecer no mesmo lugar, enquanto o pesquisador coloca a boneca nas diferentes posições, considerando-se sempre a maquete como referência (posição A – frente da maquete, posição B – lado direito da maquete, posição C- atrás da maquete, posição D- lado esquerdo da maquete). Em seguida, o participante é deslocado para outro lugar, posicionado ao lado esquerdo da maquete e, novamente, a boneca é colocada nas diferentes posições para que ele reconstrua a foto com os cartões.

Durante a aplicação da técnica 1, no estágio II A, percebe-se uma indiferenciação entre o ponto de vista da boneca e do participante, de maneira que quando ele vai representar a fotografia, em realidade, coloca sua perspectiva, sem coordená-la com a do objeto, independente da posição:

[...] Vai ficar assim (Foto 1). **Então me explica, como é a disposição das montanhas nessa foto?** A verde está mais para baixo, a cinza mais para cima e a marrom um pouquinho abaixo da cinza. (ANA, 13 anos).

Foto 1 - Técnica 1, posição A, estágio II A



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Observa-se, no excerto apresentado, que o estudante montou a fotografia tal qual sua perspectiva, isto é, de acordo com o que ele estava vendo no momento, da posição em que estava sentado, sem fazer relação com a disposição das montanhas por ocasião da perspectiva

da boneca. Embora seja difícil perceber na Foto 1, o participante colocou as montanhas uma ao lado da outra de forma não linear, tentando, por exemplo, colocar a montanha verde mais à frente e deixando certa distância entre elas. Assistimos, portanto, a dificuldade de coordenação entre o ponto de vista do observador e da boneca, pela qual não foi considerado o plano das montanhas de justaposição presentes na fotografia da posição A (frente das montanhas).

Nas demais posições no estádio II A, as indiferenciações de pontos de vista continuam (Foto 2). Vejamos o que acontece na posição C (boneca atrás da montanha cinza):

Quando você tira a foto daquela posição (aponta para a posição da boneca no momento C) as montanhas mudam de lugar na foto? Não, fica assim mesmo. (LUC, 13 anos).

Foto 2 - Técnica 1, posição B, estádio II A



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

A Foto 2 ilustra que mesmo a boneca estando na posição C, quando solicitado a realizar a representação com os cartões, a perspectiva apresentada é a da posição A (frente das montanhas), ou melhor, do lugar em que o estudante se encontra, sinalizando uma dificuldade em se colocar na perspectiva da boneca. Além disso, ao olharmos para os planos das montanhas representados pelos cartões, observamos que o estudante coloca as montanhas verde e marrom mais à frente e a cinza atrás, o que pode ser correto para a posição A, mas não para a posição C, na qual a montanha cinza toma a frente cobrindo, parcialmente, as demais. Em acréscimo, acompanha-se a dificuldade de coordenação entre elementos da esquerda e da direita do participante e da fotografia (posição da boneca), posto que, quando a boneca muda de lugar (perspectiva), também se mudam tais relações.

- **Técnica 2**

Logo após o término da técnica 1, inicia-se a aplicação da técnica 2 que consiste em apresentar ao participante 10 fotografias, sendo: 4 fotografias tiradas nas posições A, B, C e D e demais que retratam posições oblíquas ou vistas de cima das montanhas. Em seguida, pede-se, a partir do lugar onde a boneca está (o experimentador vai colocando-a em distintas posições), que seja escolhida a fotografia tirada daquela localização.

No estágio II A, da mesma maneira como observado na primeira técnica, mais uma vez, não existe diferenciação entre a perspectiva do sujeito e do participante, conforme podemos acompanhar na Foto 3, a seguir.

Foto 3- Técnica 2, posição D, estágio II A



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Na Foto 3 apresentada, a boneca está na posição D (lado esquerdo da maquete), portanto, desta posição, a fotografia deveria apresentar os elementos posicionados lateralmente, fato que fica bastante nítido na posição da cruz, situada ao topo da montanha marrom. Constata-se por meio da foto escolhida pelo estudante que seus juízos se centram em sua própria perspectiva, isto é, ele está em frente à cruz e a vê dessa forma, por isso, escolhe a foto apresentada. No diálogo afirma:

Naquela posição que a boneca está, ela vai tirar essa foto? É essa. Por que você escolheu ela? Porque dá para ver a montanha marrom e a cruz. **E daquela posição da para ver essa montanha (marrom) desse jeito?** Dá, dá para ver a cruz, a casinha e um pouco da neve (aponta para a foto escolhida para explicar). (ANA, 13 anos).

- **Técnica 3**

Nesta última técnica, inverte-se a situação da técnica 2. Agora, a pesquisadora escolhe uma foto e solicita que o participante coloque a boneca na posição em que acredita que a foto foi tirada. Do mesmo modo observado nas demais situações que compõem esta prova

operatória, verificamos a incapacidade do sujeito de considerar as perspectivas diferentes trazidas pelas fotografias. Em sequência, as Fotos 4 e 5, ilustram essa característica.

Foto 4 - Fotografia escolhida, técnica 3



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Foto 5 - Posição da boneca, subestádio II A, técnica 3



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Na Foto 4, mostra-se a escolha da fotografia, a qual representa a posição C (atrás das montanhas). Quando o participante coloca a boneca no lugar em que acredita que tal fotografia tenha sido tirada, acompanha-se que ele a posiciona não exatamente atrás da montanha cinza (local correto para a fotografia), mas assenta-a entre a montanha cinza e a marrom e, ligeiramente, virada em direção à montanha verde. Interessante descrever que o próprio sujeito se colocou, também, nessa posição. Dessa maneira, a perspectiva apresentada, novamente, é a dele e não do objeto em questão. No excerto do diálogo tem-se:

A boneca vai ficar assim? Um pouco de ladinho? É. Por quê? Porque assim vai aparecer um pouco da metade da montanha verde, igual está na foto. (BEA, 13 anos).

Observamos que a conduta marcante no estágio II A é a centração do sujeito em sua própria perspectiva, e isso acontece durante o desenvolvimento das três técnicas. Em continuidade, detalharemos os comportamentos do estágio II B.

Estádio II – subestádio B

Ao longo do estágio II B é possível acompanhar um início de diferenciação entre pontos de vista. Neste momento, estamos diante de condutas intermediárias, nas quais nota-se ora soluções centradas, ora descentradas.

- **Técnica 1**

Ilustraremos a dificuldade de descentração que marca o nível II B, por meio das condutas de um dos participantes. Assim, por ocasião da posição D (lado esquerdo da maquete), ele não consegue manter os cartões de maneira bidimensional e solicita, inclusive, a ajuda da pesquisadora para mostrar como seria a fotografia, conforme a Foto 6, a seguir.

Foto 6 - Técnica 1, posição D, estágio II B



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

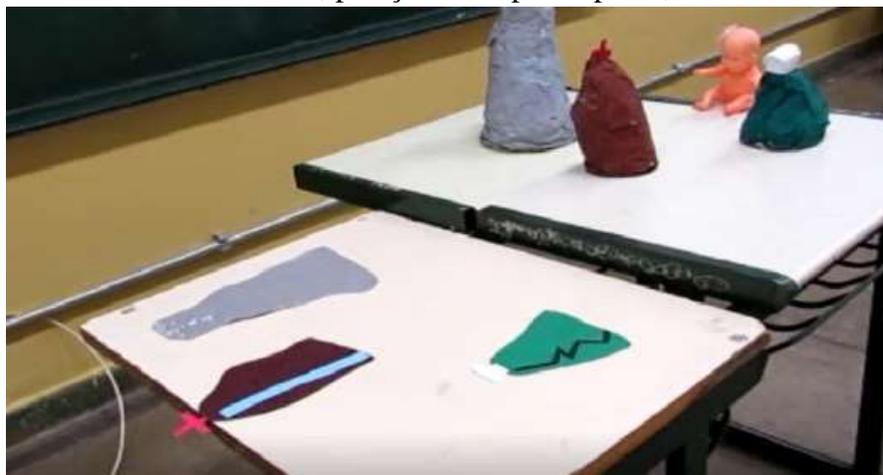
Interessante dizer que esse estudante montou com os cartões uma foto como se a boneca estivesse olhando, isto é considerou a perspectiva do objeto e não a dele. Para isso, ele faz de acordo com o observado do local que está assentado, uma vez que as montanhas estão de frente para ele, e para representar a perspectiva da boneca ele mantém tal perspectiva e não considera que da posição D (lado esquerdo das montanhas), elas estarão de lado. Esse mesmo participante, durante a aplicação, descreve de maneira correta as posições, mas sua representação com os cartões é contrária, prevalecendo sua perspectiva:

Vai aparecer bem assim (fala após montar a foto com os cartões). **Então vamos lá, o que vamos ver do lado direito dessa foto?** Vai aparecer um pouco da verde e da marrom e do lado esquerdo vai ficar a cinza (descreve corretamente). (GIL, 13 anos).

No protocolo de Piaget e Inhelder ([1948], 1993), ainda na aplicação da técnica 1, sugere-se uma mudança na posição do participante, de maneira que ele não se coloque mais

em frente as montanhas, mas que seja colocado em uma das outras posições (B, C ou D). Dessa maneira, quando se pediu para que um dos participantes sentasse na posição D (lado esquerdo da maquete), a dificuldade de coordenação de perspectivas manteve-se. Conforme é exemplificado na Foto 7, a seguir.

Foto 7 - Técnica 1, posição B do participante, estádio II B



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Nesse caso, o sujeito precisa representar a foto que pode ser tirada da posição B (direita) na qual, dessa nova perspectiva, ele encontra-se em frente. Na Foto 7, vemos que o participante conseguiu se colocar na perspectiva da boneca, apresentando os cartões virado para ela e com os elementos, tais como o rio e o caminho, que são vistos da posição B (direita da maquete). Entretanto, na hora de representar a situação, o que prevalece são suas construções. Quando questionado, afirma:

Pronto, vai ser assim a foto. **Então, daquela posição (aponta para a posição B) a foto vai ficar assim?** É, a montanha cinza do lado direito, a marrom no meio e a verde do lado esquerdo (**descreve corretamente**). **E do jeito que você fez representa a foto tirada de lá?** Sim. (GIL, 13 anos).

Acompanhamos no excerto que o estudante descreve corretamente a foto que será tirada da posição B, no entanto, ele não consegue coordenar a posição dos cartões com o que descreve. Vemos que, de modo distinto do estádio II A, existe uma tentativa de diferenciação, mas como as coordenações de perspectivas necessárias para a compreensão do problema ainda não são realizadas, volta-se às limitações da centração.

- **Técnica 2**

Nesse segundo momento, no qual o estudante precisa escolher dentre as fotos apresentadas àquela que condiz com as distintas posições da boneca é possível observar que as escolhas se dão entre resoluções centradas e não centradas. Observamos no diálogo:

Boneca na posição C (atrás), participante escolhe a fotografia correta: **Por que você acha que será essa?** Porque estou me imaginando lá atrás e acho que vai ser assim. Boneca na posição B (direita), participante escolhe uma fotografia não correta: **Por que você acha que vai ser essa?** Porque ela vai ficar mais perto da verde (montanha) aí ela aparece mais na foto. (BRE, 13 anos).

Vejamos a Foto 8, a seguir, com a escolha fotográfica desse estudante para foto retirada pela boneca na posição D (esquerda da maquete).

Foto 8 - Técnica 2, subestádio II B



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Notamos que ele acaba por escolher uma fotografia que mais se aproxima de sua perspectiva do que da boneca, embora, em outras posições tenha conseguido oferecer soluções mais próximas da descentração.

- **Técnica 3**

Em complemento, na técnica 3, continuamos assistindo aos primórdios das diferenciações entre a perspectiva do participante e da boneca, porém, por não ser possível considerar todos os aspectos envolvidos nas relações de perspectiva, tais como as relações entre as montanhas que decorrem das distintas posições da boneca, o sujeito acaba por manter soluções atreladas ao seu ponto de vista. Observemos o excerto de JES (13 anos) no qual a foto escolhida pela pesquisadora foi uma posição oblíqua da posição A (frente), mas o estudante coloca a boneca exatamente na posição A, sem considerar aspectos da posição das

montanhas e dos elementos que as compõem, a exemplo da casinha na montanha verde e da cruz na montanha marrom. Desta maneira, questiona-se:

Você acha que a foto será assim? Sim. Me fala o que fez você escolher essa foto, por que você tem certeza? Eu vim aqui e vi que desse lugar dá certinho essa foto. (JES, 13 anos).

Quando o participante diz “eu vim aqui” ele, mentalmente, coloca-se em frente às montanhas e mais uma vez, volta-se à sua perspectiva para resolver o problema das fotografias.

Estágio III – Subestádio A

- **Técnica I**

Neste momento, as relações de esquerda e direita, frente e atrás e acima ou abaixo são determinadas não mais pelo observador e sim tal qual elas se dão. Entretanto, são muitas as coordenações necessárias e, por isso, ainda vemos condutas intermediárias que culminam em uma relatividade verdadeira, mas incompleta (PIAGET; INHELDER, [1948], 1993).

Na aplicação da primeira técnica, a novidade do terceiro estágio é a busca pela justaposição das montanhas, conforme podemos acompanhar na Foto 9, em sequência.

Foto 9- Técnica I – Subestádio III A



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Observa-se que na montagem da foto que seria tirada com a boneca na posição A, existe a preocupação de colocar a montanha marrom “em cima da cinza”, bem como de manter a montanha verde em primeiro plano, mais distante das demais. No excerto, o estudante afirmou:

[...] **E a montanha marrom fica assim, em cima da cinza?** Na foto fica, porque quando tira a foto fica uma coisa só. **Como assim?** Não sei te dizer, mas quando a gente olha, ela vai ficar assim na frente. **E por que você colocou a verde mais para cá** [aponta para a montanha verde]? Porque também vai ficar uma coisa só, só que como ela está mais na frente, na foto parece que ela fica um pouquinho distante. (FEL, 13 anos).

No diálogo anterior, nota-se que a explicação não é precisa, mas é possível observar a descentração que marca este subestádio, haja vista que o participante passa a refletir em como os elementos da foto estariam relacionados na posição ocupada pela boneca, ou seja, preocupa-se com o relacionamento das perspectivas.

- **Técnica 2**

Da mesma maneira que acompanhamos na técnica 1, quando o participante precisa escolher as fotografias, de acordo com a posição da boneca, assiste-se a uma descentração progressiva, isto é, em algumas situações o observador consegue desprender-se de sua perspectiva e analisar as relações existentes e em outras, mantém soluções centradas. Acompanhemos a Foto 10 e o excerto logo em seguida.

Foto 10 - Técnica II – Subestádio III A



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Daquela posição (C – atrás das montanhas) será essa foto? Por que você acha que será essa foto? Porque lá de trás dá para ver muito a cinza, quase nada da marrom e só um pouquinho da verde. **Como você sabe?** É fácil, é só imaginar que está lá, né? (FEL, 13 anos).

Esse participante faz uma interessante colocação, pois diz imaginar-se no lugar da boneca para conseguir chegar às resoluções das situações apresentadas. Vale ressaltar que não pode ser enquadrado no subestádio B, pois em suas condutas persistiram momentos em

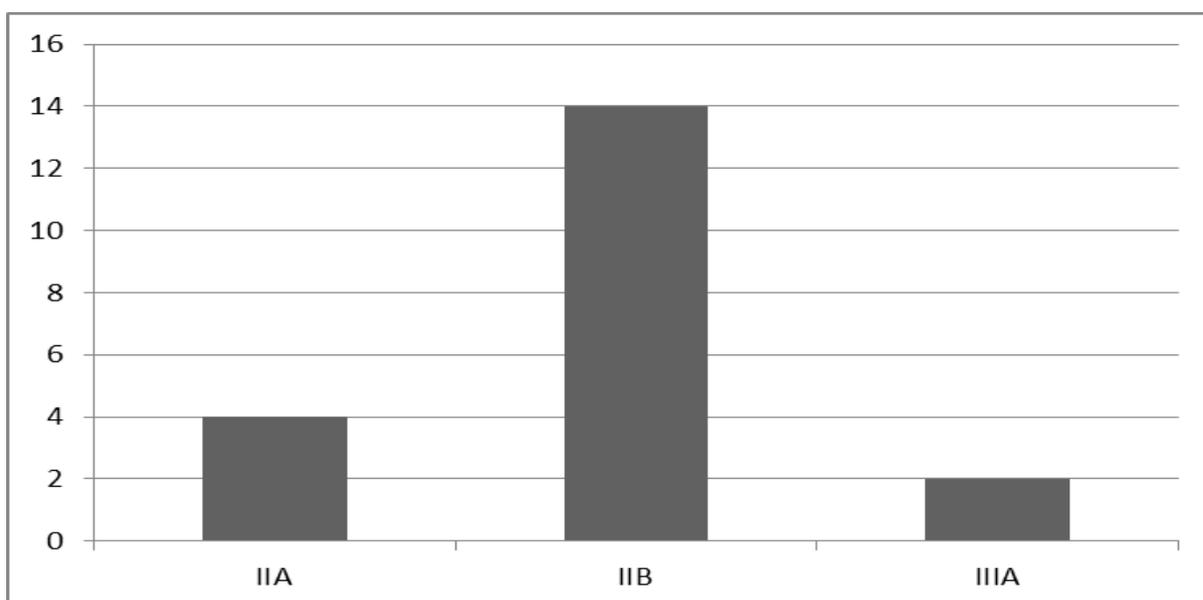
que prevaleceu sua perspectiva, e não a de relações entre os objetos – característico do subestádio que estamos ilustrando.

- **Técnica 3**

Na situação inversa à técnica 2, os participantes conservam condutas que se assemelham às precedentes, conforme afirmam Piaget e Inhelder ([1948], 1993). De modo análogo, os sujeitos de nossa pesquisa, por vezes, conseguiram colocar a boneca na posição correta em relação à fotografia escolhida pela pesquisadora, já em outros momentos não o fizeram, demonstrando estarem, ainda, em construção da compreensão das relações de perspectivas.

Em continuidade, vale dizer que não tivemos sujeitos que puderam ser enquadrados no subestádio III B. De acordo com as frequências obtidas para essa prova operatória, temos o Gráfico 2, a seguir:

Gráfico 2 - Subestádios na prova operatória “O relacionamento das perspectivas” em situação de pré-teste



Fonte: Dados da pesquisa.

Por meio dos resultados apresentados no Gráfico 2, notamos que a maior parte de nossos sujeitos, com frequência absoluta de 14 participantes, apresentaram respostas à investigação que puderam ser enquadradas no subestádio II B, seguidos pela frequência de 4 estudantes, no subestádio II A e de 2 estudantes, no subestádio III A. Frente a isso, podemos afirmar que os participantes da pesquisa, nessa situação, apresentaram em sua maioria,

condutas condizentes com o estágio operatório concreto, em específico, ao equilíbrio desse período.

8.2.2 Resultados da prova operatória “A projeção das sombras”

O objetivo desta prova operatória é o de verificar como são construídas as representações espaciais da projeção das sombras. Nesse momento, é preciso conceber as relações entre o objeto a ser projetado e o sujeito, bem como a relação entre dois objetos (o projetado e a fonte luminosa). Diante de tais relações, acreditamos que existem aproximações entre o que se busca nessa prova operatória com a compreensão dos fenômenos que acometem a Lua.

Nesta situação, a técnica, basicamente, consiste em apresentar objetos de diferentes formatos, na posição horizontal, vertical e oblíqua. Para melhor compressão da aplicação, os objetos utilizados foram, a saber: 1) um cone de papel com a base fechada, 2) um cone de papel com um furo na ponta e de base aberta, 3) dois cones de papel, unidos por suas bases, 4) um círculo de papel cartão, 5) um retângulo de papelão e 6) um lápis com ponta. Em seguida, solicitava-se que o participante desenhasse como imaginava a sombra do objeto apresentado, posicionado na horizontal e na vertical, quando colocado entre uma fonte de luz e uma parede. Quanto às posições oblíquas, embora o desenho não tenha sido requerido, durante a aplicação houve questionamentos acerca dessas situações.

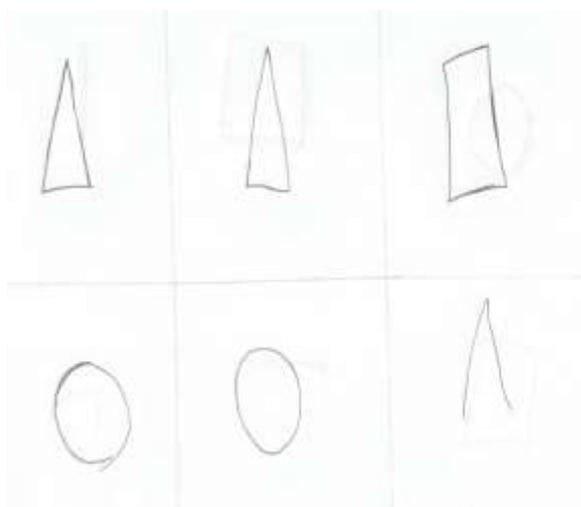
As resoluções dos participantes podem ser enquadradas nos estádios I, II e III, com os subestádios A e B. Em específico, nesta prova existe o estágio IV, utilizado apenas para as sombras de objetos cônicos. Tal qual na primeira situação operatória aplicada, por ocasião da projeção das sombras, também não obtivemos nenhum participante no primeiro estágio.

Passaremos a apresentar os estádios e subestádios encontrados.

Estádio II – Subestádio A

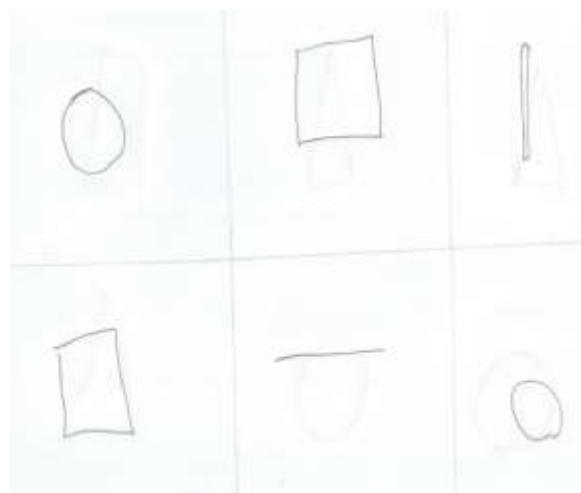
Nesse subestádio, não existe a compreensão da forma projetiva da sombra, por isso, ela é desenhada de maneira semelhante à maneira como o objeto é visualizado pelo participante, ou seja, a perspectiva que prevalece é o ponto de vista do sujeito. Os Desenhos 1 e 2 de um participante, em sequência, corroboram tal afirmação.

Desenho 1 - Subestádio II A (figuras cônicas)



Fonte: Dados da pesquisa.

Desenho 2 - Subestádio II A (figuras planas e lápis)



Fonte: Dados da pesquisa

Acompanha-se em cada uma das colunas a sequência de desenhos, de acordo com a concepção do participante, referente à sombra dos objetos anteriormente descrito nas posições vertical (linha 1) e horizontal (linha 2). Nos exemplos apresentados, percebemos que as sombras desenhadas remetem-se, diretamente, à forma do objeto. Vejamos alguns acontecimentos e diálogos durante a aplicação:

No primeiro cone: desenha a sombra tal qual o formato do objeto. Questiona-se: **Vai ficar assim?** Sim, porque eu acho que não vai mudar de jeito. **E se eu colocar ele assim?** (o cone é colocado na horizontal, com a ponta direcionada para a fonte de luz, desligada) **O que você acha?** Eu acho que não vai mudar também. **Então, como vai ser a sombra dele?** Vai aparecer essa parte aqui (indica a ponta do cone). **Desenha para mim.** Enquanto faz o desenho afirma que não vai aparecer a parte de trás do cone, mas não explica o motivo. (BEA, 13 anos).

Após os desenhos, o cone é colocado entre a luz e a parede. Diante da sombra projetada pelo objeto na posição vertical observamos:

Está do jeito que você pensou? Sim. **Por que a sombra desse objeto fica assim?** Não sei bem, acho que é porque a luz pega no cone e fica assim.

Sombra projetada com o objeto na posição horizontal:

[...] ficou um círculo, eu achei que ia ficar igual. **E agora você vendo, por que você acha que a sombra fica um círculo?** Porque pega a parte de trás. **O que pega?** A luz, ela pega a parte de trás. (BEA, 13 anos).

Ao observamos as explicações de BEA, percebe-se que durante a realização da prova operatória ele é obrigado a rever suas ideias sobre a formação das sombras, o que fica bastante

claro quando diz que a luz “pega na parte de trás”, uma vez que até então, seus desenhos mostravam a crença de que a sombra se trata da forma do objeto. Entretanto, pela falta de coordenação de perspectivas, o estudante extrai suas conclusões apenas de um aspecto envolvido no fenômeno físico, no caso a fonte luminosa, e mais, mostra desconhecimento das propriedades da luz.

Chamou-nos atenção a terceira representação vista no desenho 1 apresentado, que se refere à sombra dos cones unidos por suas bases, no qual, para a posição vertical, o participante fez a representação gráfica de um retângulo, isto é, a sombra não estava mais relacionada com a forma do objeto. Diante disso:

A sombra vai ser um retângulo. **Por que você acha isso?** Porque eu acho que a luz vai bater aqui e aqui (faz com um desenho com os dedos no ar para representar o retângulo que afirma ser a sombra). (BEA, 13 anos).

Como pode mostrar o excerto anterior, existe uma preocupação em pensar a sombra para além do formato do objeto, haja vista que o participante aparenta refletir sobre o trajeto que a luz fará. Ainda, a respeito de tais cones, a partir da sombra projetada com o objeto na posição horizontal:

E se eu colocar ele assim, deitado? (coloca-se o cone na horizontal, com a ponta em direção a fonte luminosa, ainda desligada) Acho que vai ficar um círculo. Por quê? Por causa daquela hora que fez com o outro cone e o círculo apareceu. (BEA, 13 anos).

Convém dizer que embora o participante tenha refletido sobre a sombra, as explicações fornecidas são muito vagas e não constituem, por ora, um início de descentração, haja vista que nos demais objetos apresentados, acompanhou-se que, para ele, a sombra remete-se a forma que lhe é apresentada, mesmo tendo passado por um momento de desequilíbrio cognitivo em razão da sombra projetada.

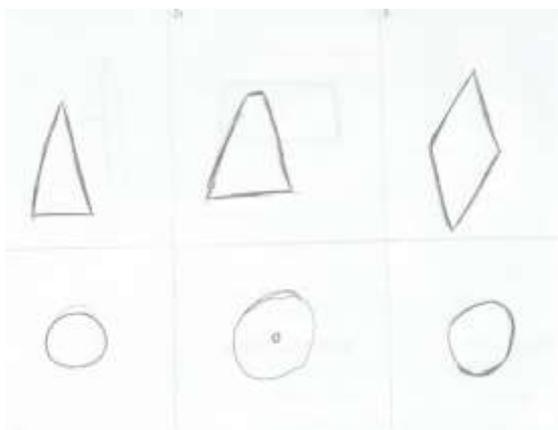
Estádio II - Subestádio B

A descentração tem início no momento B do segundo estágio, no qual dissocia-se o formato do objeto à formação da sombra, tanto nas posições horizontais e verticais, mas isto ocorre, sobretudo, no caso das figuras planas, nem sempre sendo expandido para as sombras dos cones, por exemplo.

Nos Desenhos 3 e 4 logo a seguir, é possível ver esse caminho da descentração, pois diferente do subestádio II A, nas figuras planas, o sujeito já compreende que a sombra não está diretamente ligada ao objeto e, por isso, busca representá-las considerando o percurso da

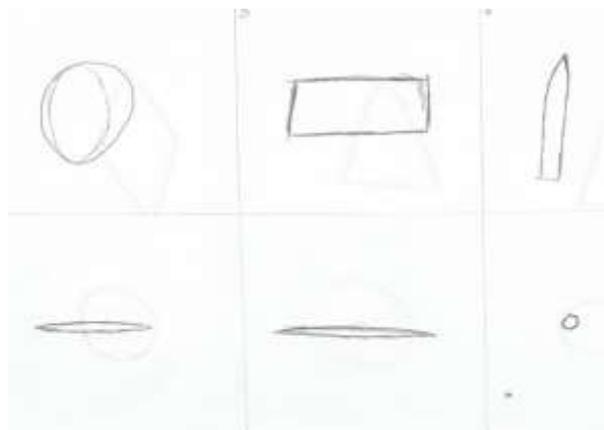
luz face à peça apresentada, tanto que um participante, BRE de 13 anos, nos diz que a sombra depende de onde a luz não “pega”.

Desenho 3 - Subestádio II B (figuras cônicas)



Fonte: Dados da pesquisa.

Desenho 4 - Subestádio II B (figuras planas e lápis)



Fonte: Dados da pesquisa.

No excerto procedente da aplicação da prova operatória, que culminou nos desenhos que acabaram de ser apresentados temos:

O primeiro cone na horizontal: vai ficar um cone. **Por quê?** Porque sim. O primeiro cone na vertical: vai ser um círculo, mas aparece um pouco da parte de trás. **Por que você acha isso?** Porque a luz não pega nessa parte, daí aparece. [...] Em relação ao lápis na horizontal: desenha para mim como vai ser a sombra desse objeto. Vai ficar uma bolinha. Não, não vai, vai aparecer uma parte do lápis. **Por que você acha isso?** Depende da posição. **Como assim?** Dessa posição do lápis que ele está, assim, deitado, vai aparecer o pedaço dele também. (BRE, 13 anos).

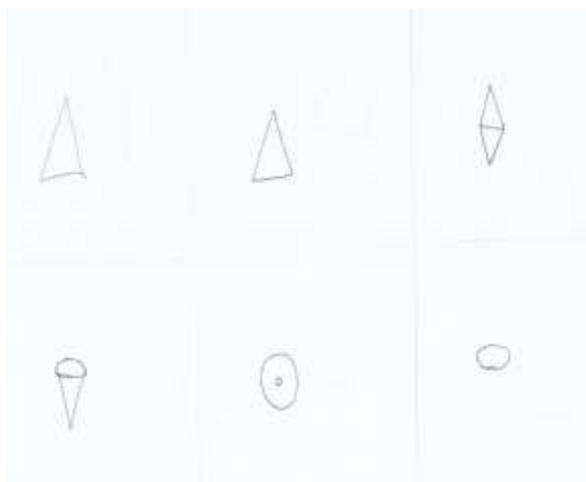
É possível constatar que existe um avanço em relação ao subestádio II A, mas as relações ainda não estão bem definidas, conforme pudemos acompanhar nos desenhos e no excerto apresentado. Dessa forma, os objetos colocam limitações ao pensamento, que precisa se desprender do real e conceber relações de perspectiva entre as variáveis envolvidas na formação das sombras.

A respeito das posições inclinadas, também, assiste-se ao início de diferenciação, uma vez que os sujeitos afirmam que a sombra do objeto quando em posição oblíqua, ficará “maior ou menor para um dos lados”, conforme afirmou o participante JOA, de 13 anos. Entretanto, não existe exatidão quanto às relações frente-atrás e direita-esquerda, nos dizeres de Piaget e Inhelder ([1948], 1993, p. 213) isso se dá “por confusão do eixo luz-objeto-anteparo com o ponto de vista do próprio sujeito, portanto a projeção com o ponto de vista próprio”.

Estádio III - Subestádio A

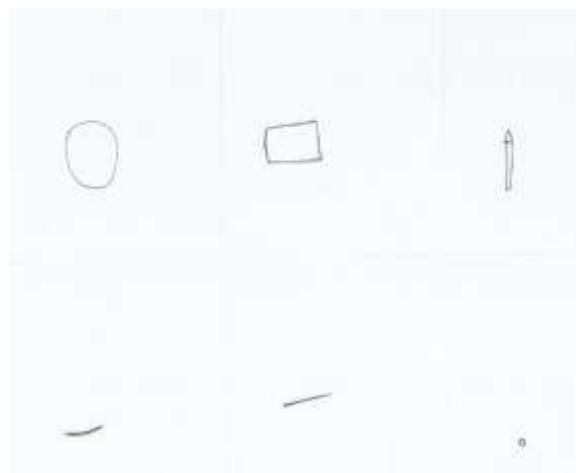
Somente no terceiro estágio, obtém-se a completa diferenciação das formas das sombras, conforme os Desenhos 5 e 6, a seguir.

Desenho 5 - Subestádio III A (figuras cônicas)



Fonte: dados da pesquisa.

Desenho 6 - Subestádio III A (figuras planas e lápis)



Fonte: dados da pesquisa

Observa-se que os desenhos, de fato, referem-se às sombras dos objetos utilizados, mesmo que quando questionados, os sujeitos desse subestádio não compreendam a causa deste fenômeno, em específico, nas formas cônicas. Ademais, não há uma quantificação nas diversas projeções, isto é, não se prevê com regularidade a sombra projetada pelas posições oblíquas/ inclinadas. A respeito disso e em complemento aos desenhos anteriormente apresentados:

Quando se inclinou o retângulo de papel para cima: [...] Vai ficar uma linha mais grossa. Quando se inclinou o retângulo de papel para baixo: [...] agora é uma linha mais grossa, só que para baixo. (MEC, 13 anos).

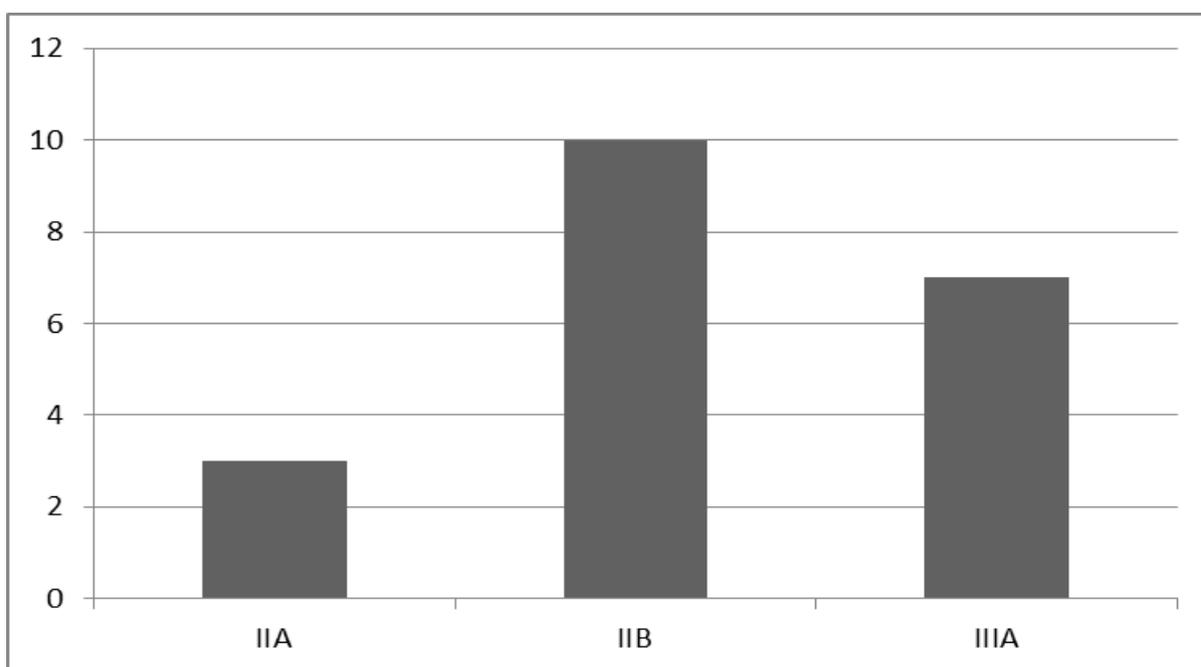
Nesse caso, MEC prolonga o que percebera em razão do retângulo de papel, para as posições inclinadas, sem conceber as diferenças que existem por ocasião dessas novas relações entre luz e objeto.

Importante afirmar que embora alguns sujeitos da pesquisa tenham alcançado tal subestádio, não tivemos sujeitos no subestádio III B, no qual existe uma total quantificação das sombras, isto é, em todos os casos o participante é capaz de predizer a sombra com exatidão, bem como tem-se um explicação exata da projeção. Tampouco, os sujeitos puderam ser enquadrados no subestádio IV, aplicado às formas cônicas.

De maneira geral, vimos que aqueles com pensamento característico do subestádio IIIA, conseguem prever as sombras nas posições horizontais e verticais, já nas posições oblíquas, nota-se a presença de dúvidas. Em acréscimo, cabe frisar que nossos sujeitos, no geral, têm muitas dúvidas com relação ao problema físico de formação das sombras, uma vez que quando indagados, não conseguiriam fornecer uma resposta que revelasse a completa coordenação dos elementos envolvidos.

O Gráfico 3, a seguir, revela as frequências de participantes em cada um dos estádios e subestádios presentes na prova operatória descrita.

Gráfico 3 - Subestádios na prova operatória "A projeção das sombras" em situação de pré-teste



Fonte: Dados da pesquisa.

Frente aos resultados mostrados no Gráfico 3, é possível perceber que nesta situação operatória, por ocasião do pré-teste, a maior frequência, com 10 sujeitos, mostrou uma compreensão que pode ser enquadrada no subestádio II B, em seguida com 7 sujeitos, temos o subestádio III A e com 3 sujeitos o subestádio II A. De modo similar ao observado na prova operatória das montanhas, também neste caso, a maior parte dos participantes apresentaram condutas próximas ao equilíbrio do estádio operatório concreto, mas é preciso ressaltar que na prova das sombras tivemos um maior número de sujeitos condizentes com a entrada no estádio das operações formais, quando comparados à outra situação desenvolvida.

Diante dos resultados da realização das provas operatórias, observamos que os alunos participantes da pesquisa, com idades entre 13 e 14 anos, em grande parte e para as atividades solicitadas, possuíam antes da intervenção pedagógica instrumentos cognitivos equivalentes à estrutura operatória concreta, em seu momento de equilíbrio.

8.3 A intervenção pedagógica

Antes de pormenorizarmos as atividades e a condução do trabalho interventivo empregado, é importante ressaltar que buscamos, com os momentos pedagógicos que serão apresentados, trazer à realidade escolar preceitos extraídos da teoria piagetiana, para o ensino e a aprendizagem de Ciências. Em nosso entendimento, a intervenção se aproxima de um ensino por investigação, mais detalhado em capítulo anterior, mas que, de maneira geral, prima pelo interesse na descoberta do conhecimento, pela manipulação ativa e contextualizada de materiais e, em todo seu percurso, pela atividade do sujeito.

Assim, logo após a aplicação das situações que compuseram o pré-teste, iniciamos a intervenção pedagógica. Nesse momento, a docente regente da sala explicou aos alunos que por algumas aulas ela não estaria presente, mas que eles dariam sequência aos conteúdos com a pesquisadora. Essa transição de professores deu-se de maneira bastante tranquila, pois os alunos já estavam familiarizados com a “nova professora”, por ocasião da pré-testagem.

Antes de descrevermos o caminho da intervenção pedagógica faz-se importante retomar que ela aconteceu durante as aulas da disciplina de Ciências (com 4 aulas semanais) e teve duração de 10 horas/aula. Vale dizer, ainda, que as aulas eram duplas, distribuídas em dois dias da semana. Dessa forma, foram 3 semanas de trabalho junto aos alunos. Passaremos a apresentar o trabalho pedagógico desenvolvido em cada um dos momentos semanais.

- **Aulas 1 e 2**

De acordo com o afirmado anteriormente, no primeiro momento dessas aulas foi realizada a apresentação da professora pesquisadora. Com a saída da professora regente, iniciou-se a aula, propriamente dita. Desse modo, foi dito de maneira breve que estudaríamos a Lua e alguns fenômenos que acontecem com ela. É preciso dizer que os alunos que haviam participado do pré-teste já estavam bastante curiosos para trabalhar essas questões, pois muitos, na hora da entrevista tinham preocupação se estavam indo bem ou se estavam

corretos, mesmo sendo tranquilizados ao dizermos que gostaríamos de saber o que eles pensavam, sem preocupação com respostas certas ou erradas.

Percebemos, portanto, que desde o início a motivação em saber mais sobre o conteúdo estava presente, sobretudo, junto aos alunos que, brevemente, tiveram elementos para refletir sobre essas questões, seja na entrevista ou nas provas operatórias, em caráter de pré-testagem.

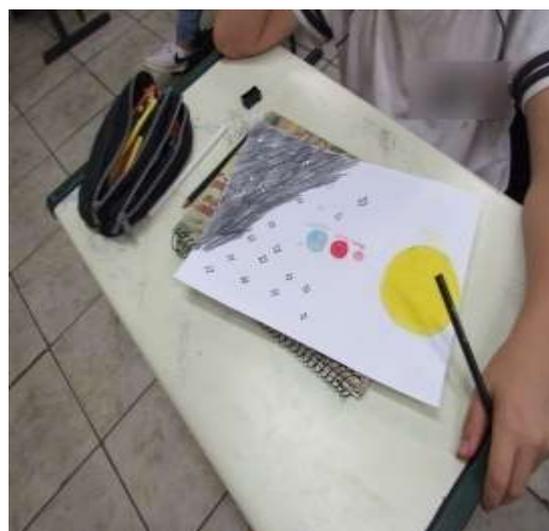
Com o objetivo de diagnosticar as ideias prévias dos alunos sobre o tamanho e as relações entre o Sol, a Terra e a Lua, iniciou-se a primeira atividade do primeiro dia de intervenção. Neste momento, uma folha de sulfite foi entregue para cada estudante e solicitou-se que desenhassem como eles acreditavam que o Sol, a Terra e a Lua estavam no espaço. Deixou-se claro que era preciso que desenhassem, ainda que em escala, as ideias que tinham para o tamanho de cada um desses astros (Fotos 11 e 12).

Foto 11 - Atividade de desenho



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Foto 12 - Desenho



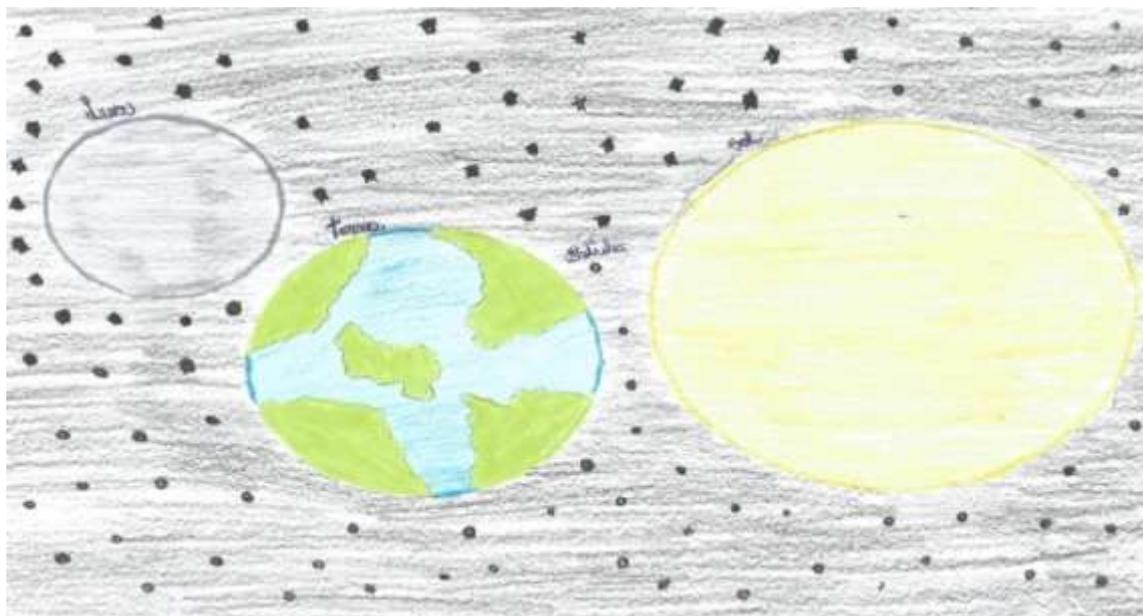
Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

De acordo com os desenhos apresentados, as representações puderam ser enquadradas em algumas categorias, a saber:

Categoria 1 - Sol maior que a Terra e a Lua

Nos desenhos dessa categoria, temos as representações que trouxeram o Sol maior que a Terra e esta maior que a Lua, mas que as diferenças de tamanho entre os astros são pequenas, revelando a não compreensão das escalas e da disposição de tais astros no espaço, conforme nota-se no Desenho 7, a seguir.

Desenho 7 - Sistema Sol-Terra-Lua (Sol maior)

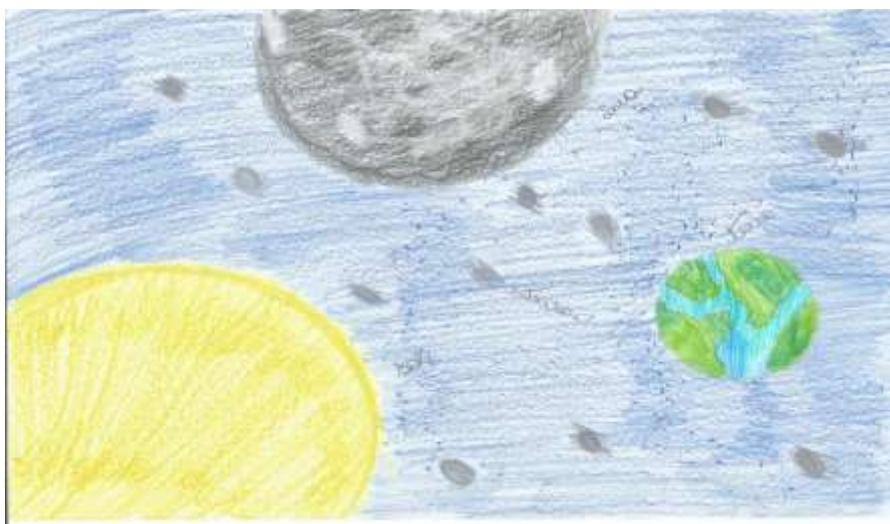


Fonte: Dados da pesquisa.

Categoria 2 – Sol maior que a Lua/ Lua maior que a Terra

Obtivemos um desenho que efetuou a representação do Sol, como sendo o maior astro do sistema. No entanto, quase tão grande foi representada a Lua e, por fim, de maneira menor, a Terra, de acordo com o exposto no Desenho 8, a seguir.

Desenho 8 - Sol maior que a Lua e Lua maior que a Terra

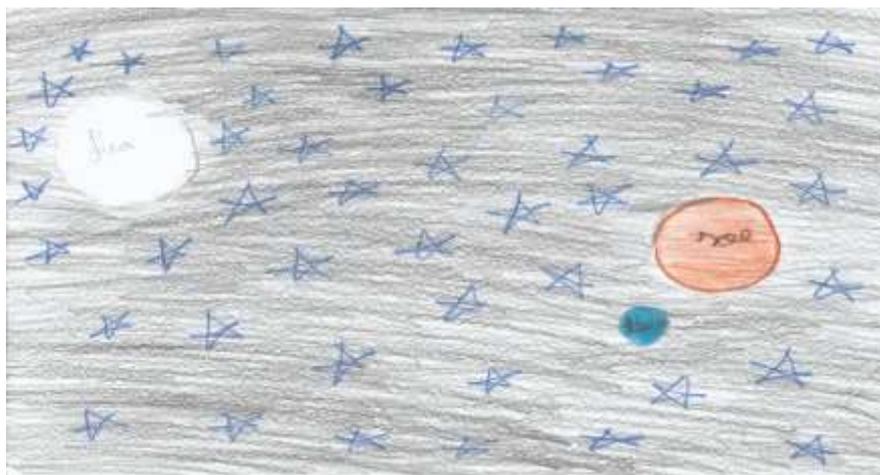


Fonte: Dados da pesquisa.

Categoria 3 – Lua maior que o Sol/ Sol maior que a Terra

Um dos desenhos de nossa primeira atividade mostrou a crença em que a Lua é maior que o Sol e esse, por sua vez, maior que a Terra. Conforme o Desenho 9, em sequência.

Desenho 9 - Lua maior que o Sol/ Sol maior que a Terra

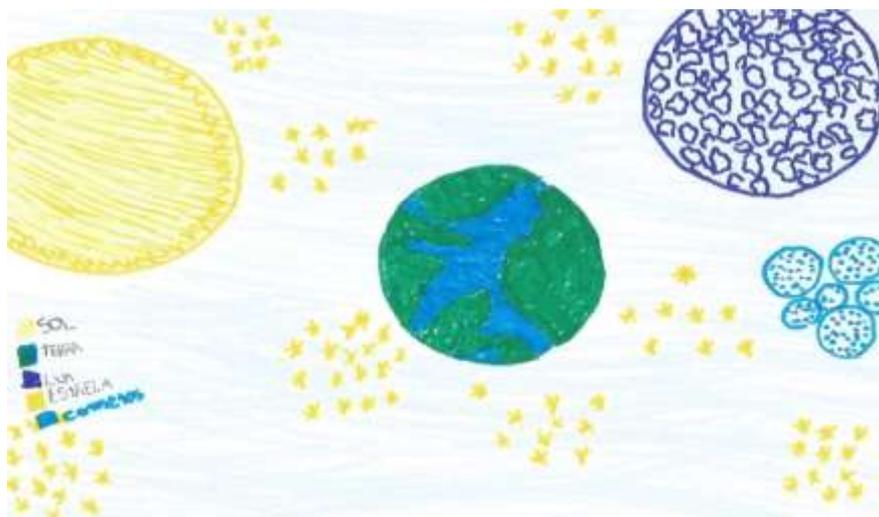


Fonte: Dados da pesquisa.

Categoria 4 – Astros com mesmo tamanho

Nesta categoria, encontram-se os desenhos que representaram Sol, Terra e Lua com o mesmo tamanho, mais uma vez, mostrando uma não compreensão do tamanho de tais elementos e das escalas que implicam em tal representação, tal qual explicitado em sequência, no Desenho 10.

Desenho 10 - Sistema Sol-Terra-Lua (astros do mesmo tamanho)

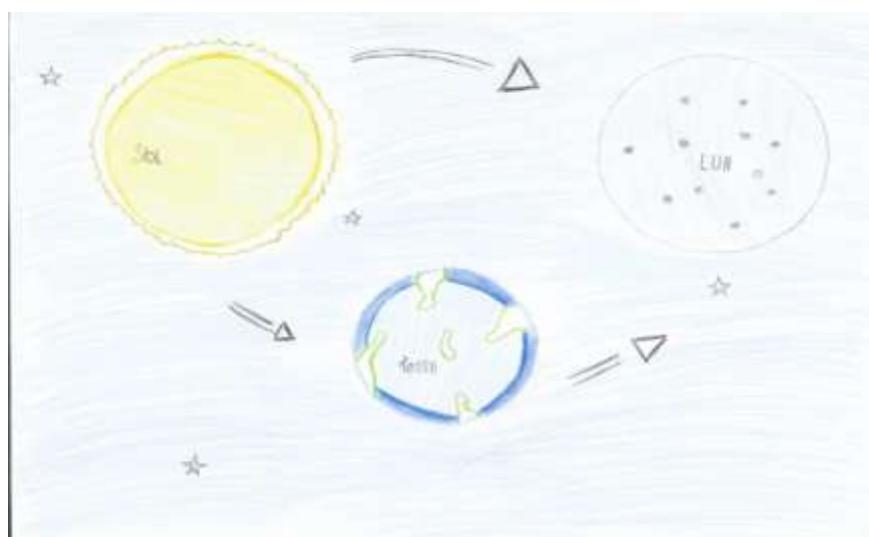


Fonte: Dados da pesquisa.

Categoria 5 – Sol e Lua do mesmo tamanho e Terra um pouco menor

Em tais representações, não existe diferenças entre os tamanhos do Sol e da Lua, já a Terra é entendida como menor que os demais astros. No entanto, a diferença escalar é bastante pequena. No Desenho 11, a seguir, também chamamos atenção para as setas que o aluno desenha entre os astros, uma vez que quando questionado ele afirmou ser o sentido das rotações, nas quais a Terra e a Lua girariam em torno do Sol. No entanto, seu desenho, parece ilustrar o movimento de todos os astros, inclusive do Sol.

Desenho 11 - Sistema Sol-Terra-Lua (Sol e Lua do mesmo tamanho)

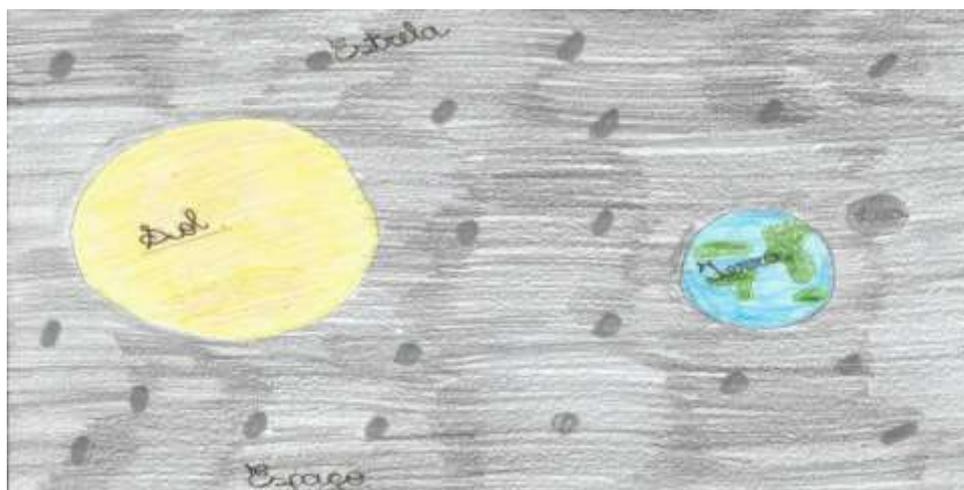


Fonte: Dados da pesquisa.

Categoria 6 - Representações mais corretas

Em uma última categoria, estão os desenhos que mais se aproximam às ideias científicas, isto é, que representaram o Sol como o maior astro, seguido pela Terra e pela Lua. Foram representações que demonstraram a preocupação em mostrar que existe uma diferença de tamanho entre os astros, conforme podemos ver no Desenho 12, a seguir.

Desenho 12 - Representações mais corretas



Fonte: Dados da pesquisa.

São apresentadas na Tabela 14, as frequências das categorias descritas, a partir das representações dos participantes.

Tabela 14 - Representações do sistema Sol-Terra-Lua

Representação	Frequência absoluta
1- Sol maior que a Terra e a Lua	9
2- Sol maior que a Lua/ Lua maior que a Terra	1
3- Lua maior que o Sol/ Sol maior que a Terra	1
4- Astros do mesmo tamanho	2
5- Sol e Lua do mesmo tamanho e Terra um pouco menor	2
6- Representações mais corretas	5
Total	20

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao observarmos as ideias prévias dos alunos acerca do tamanho dos astros no espaço, nos deparamos com uma grande maioria de concepções diversas, nas quais o tamanho de tais

astros, de sobremodo importante para a compreensão dos fenômenos que buscamos abordar em nossa intervenção, não são compreendidos.

Na segunda aula desse mesmo dia, empregamos outra atividade, na qual foi pedido que os alunos se organizassem em pequenos grupos. Em seguida, distribuímos cinco bolas de isopor de tamanhos distintos, bem como três palitos de madeira e, a partir de tais materiais, os alunos deveriam escolher uma bola que representasse o Sol, outra que representasse a Terra e outra, a Lua (Foto 13). Além disso, deveriam registrar em seus cadernos qual astro possuiria maior tamanho em relação aos demais (Foto 14). O objetivo dessa atividade foi de, igualmente, diagnosticar as concepções dos alunos acerca dos tamanhos dos astros, mas agora em uma situação com três dimensões e, ainda, em um momento em que eles pudessem discutir, trocar opiniões e levantar hipóteses, uma vez que a atividade anterior, do desenho, foi realizada de forma individual.

Foto 13 - Atividade de representação



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Foto 14 - Registro da atividade de representação



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Enquanto os estudantes iam escolhendo as bolinhas para representação, a professora pesquisadora ia passando entre os grupos, auxiliando-os e buscando conhecer suas ideias. Ao final, os grupos mostraram suas escolhas. Neste momento, todos os grupos escolheram a maior bolinha de isopor como o Sol, mesmo que, individualmente, essas representações não foram maioria, conforme pudemos acompanhar. Dois grupos divergiram com relação ao tamanho da Terra, mostrando-a menor que a Lua. A respeito disso, um dos grupos disse que fez essa escolha, pois “dá para ver a Lua bem grande aqui dá Terra” e que quando a Terra é mostrada em filmes, ela “aparece bem pequena”.

Ao final desse dia, não se chegou a um consenso sobre os tamanhos da Lua e da Terra e eles ansiavam que a professora fornecesse a resposta. Assim, foi dito que na próxima aula faríamos uma pesquisa e que eles iam conseguir resolver todas essas questões.

- **Aulas 3 e 4**

No segundo encontro, que culminou nas aulas 3 e 4, conforme anunciado na aula anterior, foi proposta uma pesquisa escolar no laboratório de informática da escola. No entanto, os alunos foram avisados que não havia um roteiro pronto para a pesquisa e que precisaríamos construí-lo juntos, com perguntas que ajudassem a entender as posições do Sol, Terra e Lua, bem como os tamanhos dos astros e demais informações que, na opinião deles, seriam relevantes para o estudo das fases da Lua e dos Eclipses. O roteiro foi coletivamente construído, isto é, os alunos que tinham ideias para perguntas davam sua opinião e em grupo era decidido se a sugestão dada era uma boa pergunta para a investigação. Dessa forma, as questões que compuseram o roteiro foram: 1) Qual o tamanho do Sol, da Terra e da Lua; 2) Qual a ordem desses astros?; 3) Qual a diferença entre o Eclipse Lunar e Solar?; 4) Qual a distância entre o Sol e a Terra e entre a Terra e a Lua?; 5) O que acontece nas fases da Lua? e 6) A Lua tem movimento? Se sim, qual?

A professora pesquisadora foi sistematizando as sugestões de perguntas para o roteiro no quadro e os alunos foram anotando os elementos a serem pesquisados. Logo após, todos encaminharam-se para o laboratório de informática da escola (Fotos 15 e 16).

Foto 15 - Momento da atividade de pesquisa



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Foto 16 - Momentos da atividade de pesquisa



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Durante a atividade, percebeu-se o envolvimento e o interesse de todos os alunos, notou-se, também, que eles buscavam não apenas em responder as questões do roteiro, mas em ver imagens e vídeos dos astros.

No decorrer das pesquisas, todos eles ficaram impressionados ao saber o tamanho do Sol, pois fizeram a descoberta de que ele é muito maior que a Terra. Simultaneamente foram chegando à conclusão que, de acordo com a pergunta 2 do roteiro, não existe uma posição definida no espaço para o Sol e para a Lua, pois eles estão em constante movimento.

Ademais, no decorrer da investigação, acabavam tendo acesso a outras informações referentes aos astros, por isso, já no laboratório, solicitou-se que aqueles que quisessem podiam escolher uma curiosidade, algo que tinha lhes chamado atenção para compartilhar com a sala na próxima aula.

- **Aulas 5 e 6**

No terceiro encontro, correspondente às aulas 5 e 6, com o objetivo de sistematizar as informações da pesquisa escolar, realizada anteriormente, a professora conduziu uma aula expositiva dialogada, com apoio da projeção de slides (Foto 17) buscando trazer os elementos pesquisados. Dessa forma, à medida que a docente foi apresentando as informações, os alunos foram participando, por meio do relato das informações pesquisadas.

Na sala de aula não havia projetor, por isso, a turma foi deslocada para a sala de multimídia e é interessante relatar que os alunos afirmaram raramente ter aulas dessa forma, com projeção de slides. Assim, notou-se que o recurso foi significativo, sobretudo, porque de acordo com as observações realizadas por ocasião da pesquisa escolar, procurou-se utilizar imagens nos slides para torná-los atrativos e não apenas uma mera transmissão de informações.

Na segunda aula desse dia, os alunos voltaram para a sala de aula e foi proposta uma atividade de confecção de cartazes (Foto 18) na qual, em grupos, eles deveriam apresentar as informações que mais chamaram a atenção deles durante a pesquisa e a aula expositiva dialogada.

Observou-se que, em um primeiro momento, eles estavam mais preocupados com a estética dos cartazes do que com o conteúdo que deveria ser inserido, dessa maneira, foi dito que eles precisavam fazer cartazes interessantes que chamassem a atenção por meio de informações que ajudassem outros alunos a conhecer aquilo que eles estavam aprendendo.

Foto 17 - Slides da aula expositiva dialogada



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Foto 18 - Confeção dos cartazes



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

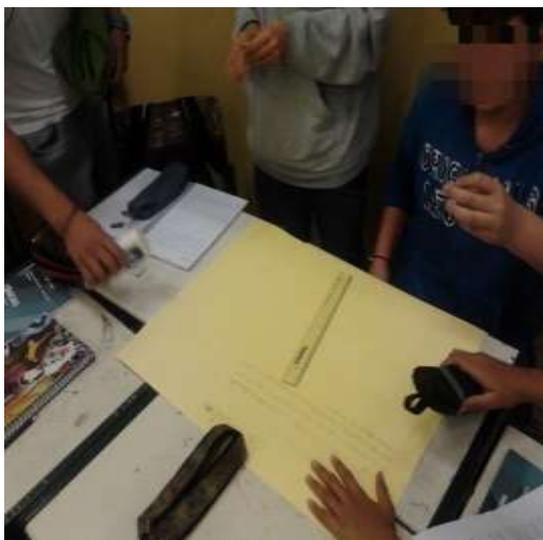
Ao final da aula, os cartazes não estavam prontos, dessa maneira foi dito que na próxima aula eles teriam mais um tempo para terminá-los e que, logo em seguida, cada grupo deveria apresentar seu cartaz. Além disso, foi solicitada uma atividade de casa, presente na apostila que utilizavam, na qual deveriam ler e analisar dois textos que versavam sobre o significado da Lua e do Sol em diferentes culturas.

- **Aulas 7 e 8**

Logo no início das aulas 7 e 8, referentes ao quarto encontro, fizemos uma breve discussão da tarefa de casa, solicitada na aula anterior. Muitos deles acharam bastantes curiosas as interpretações dos indígenas e dos egípcios para a existência e função do Sol e da Lua, e afirmaram não acreditar em tais explicações.

Em sequência, o tempo foi destinado para o término da confecção dos cartazes (Foto 19) e para as apresentações dos grupos (Foto 20).

Foto 19 - Término da confecção dos cartazes



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Foto 20 - Apresentação dos trabalhos



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Os cartazes foram de temas variados, uma vez que as temáticas foram de livre escolha, de acordo com a pesquisa e com as aulas. Dessa maneira, 2 grupos confeccionaram seu cartaz sobre as fases da Lua, 2 grupos acerca do sistema Sol, Terra e Lua (tamanhos, distâncias) e 1 grupo sobre os Eclipses.

Durante as apresentações, principalmente dos primeiros grupos, os alunos ficaram bastante presos ao conteúdo dos cartazes, buscando ler as informações que tinham colocado. Diante disso, pediu-se que eles ficassem mais à vontade e que contassem o que tinham colocado, desprendendo-se de uma apresentação “mecânica”.

Ao final, foi realizada uma breve avaliação dessa atividade, de modo coletivo, e eles tinham que colocar um ponto positivo, um ponto negativo e uma sugestão. Como ponto positivo, ressaltaram que todos prestaram atenção nas apresentações dos grupos, quanto ao ponto negativo, um dos grupos colocou que um dos alunos que havia levado o cartaz para casa na aula anterior e no dia reservado para o término não o tinha trazido, assim, o grupo precisou iniciar todo o trabalho novamente, uma sugestão que emergiu do próprio grupo foi a de que eles deixassem o cartaz na escola para evitar esquecimentos e que, em próximas apresentações, um tempo fosse reservado para que treinassem a exposição, pois muitos disseram sentirem-se nervosos diante da turma.

- **Aulas 9 e 10**

No quinto e último encontro desenvolvido com a turma foram realizadas duas atividades. A primeira foi em pequenos grupos de alunos, com o objetivo de realizar uma simulação das fases da Lua, com auxílio de lanterna e bolas de isopor, distribuída para cada grupo (Foto 21). Os alunos foram questionados sobre o porquê de estarem recebendo aquele material e logo foram afirmando que a lanterna, certamente, seria o Sol e a bola de isopor seria a Lua. Para complementar, a professora disse que a representação devia ser feita por um observador na Terra, de tal maneira que eles precisavam definir os “papéis” de cada um no grupo.

Num primeiro momento, deixou-se que eles sozinhos manipulassem os materiais e chegassem a algum resultado. No entanto, muitos estavam com dificuldades e a todo tempo pediam que a professora os auxiliasse. Diante disso, em coletivo foi dito que eles deveriam pensar sobre as causas das fases da Lua e um dos alunos disse que era pelo movimento da Lua na Terra, outro complementou dizendo que também acontecia porque a Lua era iluminada pelo Sol. A partir desses elementos levantados pelos estudantes, foi solicitado que eles deveriam novamente tentar realizar a representação, haja vista que, até então, nenhum grupo tinha conseguido fazê-la.

Após essa reorganização de ideias, eles tiveram êxitos nas simulações. Entretanto, por ocasião da lua Cheia e Nova, sempre deixavam o Sol (lanterna), a Lua (bola de isopor) e o observador terrestre (um aluno) alinhados. Aproveitando essa situação, foi problematizado se todas as semanas havia Eclipses e eles, prontamente, disseram que não, nesse momento, explicou-se a diferença angular dos astros, bem como os acontecimentos que levam ao Eclipse solar e lunar, solicitando a ajuda dos grupos para fazer as simulações.

Foto 21 - Simulação das fases da Lua



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

A segunda atividade do dia e última da intervenção aconteceu de forma individual e tratou-se de uma observação dirigida da caixa das fases da Lua (SARAIVA, et al., 2007). Para a realização desta, os alunos, um a um, observaram a caixa de simulação construída previamente pela professora. (Foto 22).

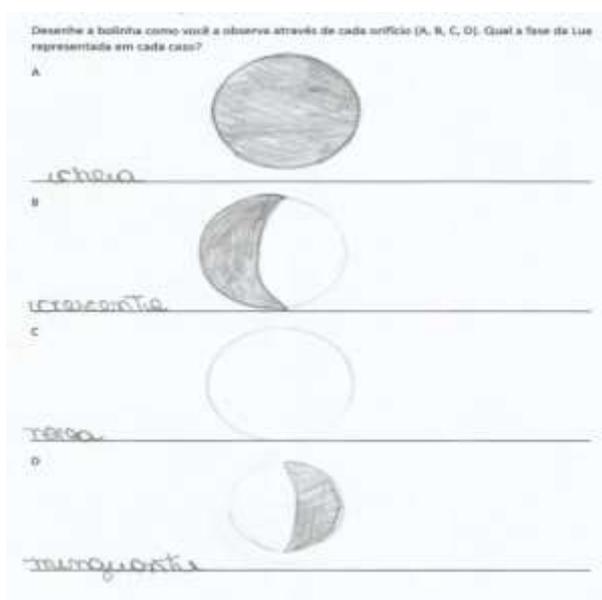
Foto 22 - Caixa das fases da Lua



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Em complemento à observação, os alunos receberam uma folha de atividades a ser preenchida, na qual deveriam desenhar e descrever a fase da Lua que eles interpretavam ser em cada um dos momentos de observação da caixa (posição A/Lua Cheia, B/Lua Crescente, C/lua Nova e D/Lua Minguante). Vejamos em sequência, a atividade de um dos participantes, na Figura 3.

Figura 3 - Atividades fases da Lua na caixa de papelão



Fonte: Dados da pesquisa

Nessa atividade, atentou-se que quase a totalidade dos alunos conseguiu colocar os desenhos correspondentes às observações, bem como nomeá-los. Além disso, foi notório que eles estavam ligados à ideia de que na fase crescente, o modo como a Lua é iluminada forma a letra “C” e na minguante a letra “D”.

Ao fim das intervenções pedagógicas, compreendeu-se que a duração de 10h/a não foi suficiente para trabalhar os conteúdos de maneira mais adequada, em especial com relação às atividades empregadas no último dia, pois na primeira delas constatou-se mais dificuldade por parte dos alunos que necessitavam de mais interação com outros materiais ou até mesmo com outros modelos didáticos. O mesmo foi observado na última atividade que não pode ser discutida coletivamente, em razão do tempo.

Vejamos que trabalhamos mais aulas que o previsto, 6 horas/aulas, para esses conteúdos e, mesmo assim, consideramos essa carga horária insuficiente, uma vez que, conforme relatado, havia necessidade de mais tempo de interação com os materiais. Supomos, diante disso, a dificuldade do professor de Ciências em trabalhar a partir de pressupostos construtivistas, porque o tempo necessário para as dúvidas, para a pesquisa, para as interações, entre outras situações inerentes ao processo de construção de conhecimentos, pouco podem ser oportunizadas numa proposta curricular muito engessada e que prioriza a quantidade de conteúdos que devem ser ensinados durante o ano letivo.

O que temos visto nas escolas, é que os docentes acabam por “passar” pelos conteúdos de forma rápida e nem sempre coerente com o papel ativo de quem aprende. Há preocupação em finalizar os conteúdos da apostila ou de outros programas pré-estabelecidos, sem que o ensino e a aprendizagem sejam significativos para o aprendiz e, sem que seja possível ao docente avaliar essa significância.

Percebemos, por exemplo, ao longo da intervenção, que nossas ações deveriam estar acompanhadas de um trabalho específico, conjunto a outras áreas do conhecimento, como, por exemplo, a disciplina de Educação Física, com a finalidade de melhor direcionar oportunidades de construção das noções espaciais. Todavia, o ensino compartimentalizado e aligeirado que vem sendo possibilitado pela estrutura pedagógica e política da escola, não permite que tais possibilidades sejam exploradas.

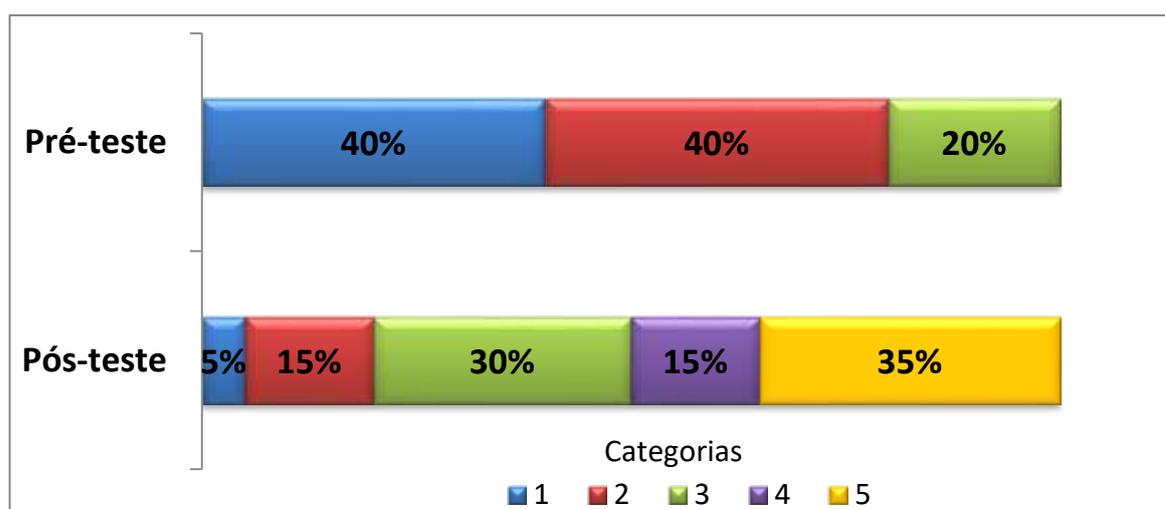
Em continuidade com a pesquisa, no dia subsequente ao término das intervenções pedagógicas, foi iniciado o pós-teste 1, de maneira que os instrumentos de pré-teste: entrevista clínico-críticas e as duas provas operatórias foram reaplicadas. Apresentaremos os resultados desta etapa destacando as diferenças observadas entre a pré-testagem e a primeira pós-testagem.

8.4 Pós-teste 1

8.4.1 Resultados das entrevistas sobre as fases da Lua no pós-teste 1

Apresenta-se no Gráfico 4, a seguir, a comparação entre as categorias de respostas à entrevista clínico-crítica das fases da Lua em pré-teste e em pós-teste 1.

Gráfico 4 - Comparação de categorias no pré-teste e no pós-teste 1 (fases da Lua)



Fonte: Dados da pesquisa.

As categorias descritas no Gráfico 4 são: 1) Não sabe o fenômeno, 2) Concepções alternativas; 3) Explicações superficiais; 4) Explicações científicas confusas e 5) Explicações científicas. Dito isso, pode ser visualizado que no pré-teste 40% das respostas referiam-se a não saber explicar o fenômeno das fases lunares, já no pós-teste essa categoria de resposta foi a menor, com apenas 5%.

A respeito das concepções alternativas, descritas no item 8 deste capítulo que versa sobre os resultados das entrevistas, no pós-teste 1, acompanha-se que anteriormente à intervenção havia também o percentual de 40% das respostas e após o trabalho sistematizado esse percentual declinou para 15%.

No que tange às explicações superficiais, no pré-teste havia um percentual de 30% de respostas, de modo que no pós-teste 1, observou-se apenas um percentual de 15%.

Nota-se que duas novas categorias surgem no pós-teste, sendo a categoria 4, com 15% do percentual de respostas, referente a explicações científicas confusas, conforme alguns excertos ilustram:

E por que acontece de ter a Lua Cheia, a Crescente, essas formas que você me falou? É assim, tem a sequência das fases da Lua, aí ela vai ficando pequena e vai crescendo. **Ela diminui de tamanho?** Não, de luz. (RAI, 13 anos, pós-teste 1).

E por que acontecem essas fases? Eu acho que é por causa do movimento da Terra, espera, eu lembro da aula, é por causa do movimento da Terra e da Lua, porque o Sol fica parado, aí a Lua vai girando com a Terra e o Sol vai pegando conforme a Lua está, porque cada um tem sua ocasião. (JEN, 13 anos, pós-teste 1).

A novidade nessa categoria é o fato dos alunos conseguirem explicar o fenômeno com elementos que se aproximam da perspectiva científica, no entanto, são explicações entendidas como confusas por não conseguirem detalhar melhor os fenômenos e, ainda, por não utilizarem as nomenclaturas científicas, tal qual observa-se, sobretudo, no excerto de JEN anteriormente apresentado.

Vemos que um novo sistema de explicações pode ser formado, após o trabalho interventivo, porém, ainda insuficiente, posto que, as novas explicações são, ainda, incompletas. Diante disso, mais uma vez, destacamos que o tempo destinado para o trabalho com tais conteúdos pode ter sido insuficiente para que melhores reflexões sobre os fenômenos investigados fossem proporcionadas.

Outra categoria revelada no pós-teste 1, a de número 5, com 35% do percentual de resposta, apresenta explicações que podem ser consideradas científicas. Vejamos alguns excertos:

Eu ia te perguntar, o que acontece para ter fases da Lua? É quando o Sol ilumina a Lua, a gente tá na Terra e a parte que a gente vê iluminada na Lua é o Sol que ilumina. **Como assim?** A Terra e a Lua vão girando, por isso que uma parte fica iluminada, ou tudo fica iluminado, ou nada também, né? Igual na Lua Nova. (DAP, 13 anos, pós-teste 1).

A Lua está sempre do mesmo jeito? Não, ela muda, porque conforme a Terra gira, ela acompanha, aí quando roda, uma parte da Lua fica de um jeito com luz e a outra parte não. E como é o nome disso? São as fases da Lua. E por que acontecem as fases da Lua? É por causa da iluminação, conforme a Lua gira, o sol vai refletindo de um jeito diferente. (JES, 13 anos, pós-teste 1).

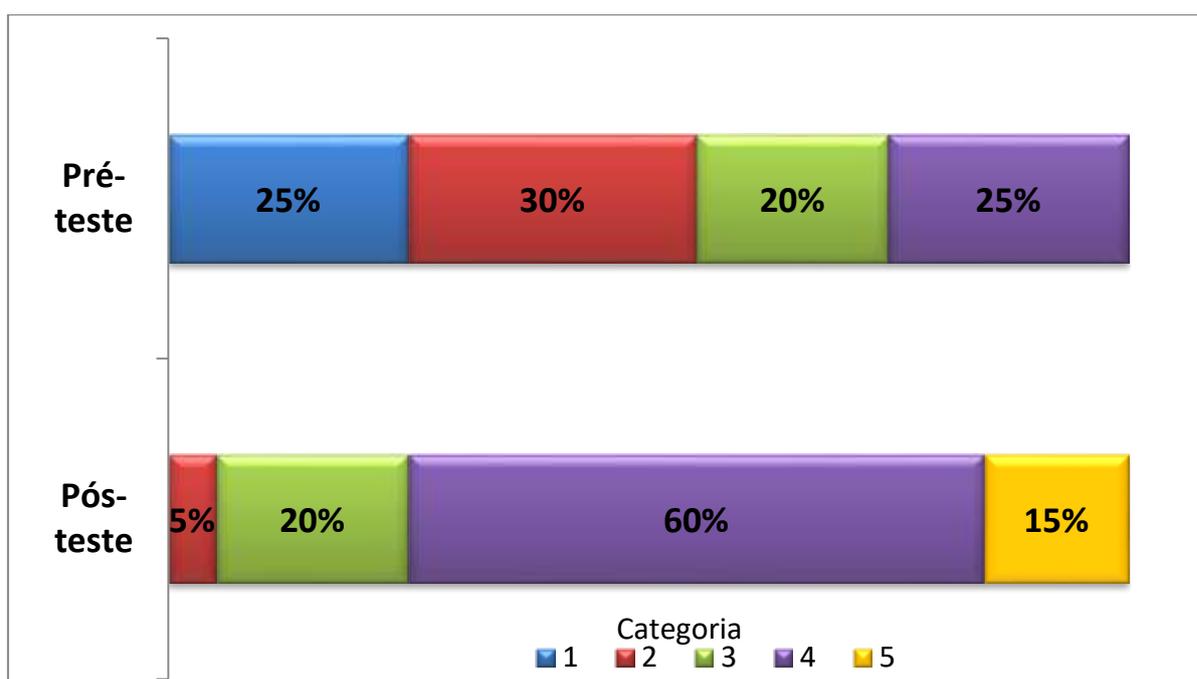
Nesses casos é possível acompanhar a existência de uma melhor compreensão dos aspectos envolvidos na formação das fases da Lua. Ainda, são repostas que mostram o entendimento do fenômeno e não uma simples reprodução de informações.

Frente aos resultados do pós-teste 1, nota-se um avanço na compreensão de tal fenômeno lunar, principalmente, pela presença de 35% das repostas na categoria 5. Entretanto, vale ressaltar o significativo índice de respostas em categorias que mostram um entendimento superficial ou marcado pela presença de concepções alternativas.

8.4.2 Resultados das entrevistas sobre os Eclipses no pós-teste 1

No Gráfico 5, em sequência, ilustram-se os resultados da comparação entre as categorias de respostas obtidas no pré-teste e pós-teste 1 acerca dos questionamentos pertinentes aos Eclipses.

Gráfico 5 - Comparação de categorias no pré-teste e no pós-teste 1 (Eclipses)



Fonte: Dados da pesquisa.

As categorias apresentadas no Gráfico 5 são: 1) Desconhece ou não sabe o fenômeno, 2) Concepções alternativas, 3) Explicações superficiais; 4) Explicações confusas; 5) Explicações completas.

Comparando as duas situações, vemos que a primeira categoria, referente ao desconhecimento ou a não saber explicar o fenômeno, torna-se inexistente após a aplicação da intervenção pedagógica. Quanto à segunda categoria, referente às concepções alternativas, observa-se um declínio nesse tipo de resposta, aparecendo em apenas 5% de respostas no pós-teste 1.

A terceira categoria que perpassa as explicações superficiais mantém o percentual de 20% de respostas. No entanto, a quarta categoria, com a maioria percentual do pós-teste 1, 60%, traz as respostas cujos elementos aproximam-se das ideias científicas, mas ainda com elementos não coordenados, impossibilitando uma compreensão mais completa dos Eclipses.

Um novo tipo de resposta pôde ser percebido no pós-teste 1, a qual foi descrita na categoria 5. Nesse conjunto de ideias, estão as explicações bastante próximas da perspectiva científica e demonstram um conhecimento mais completo e menos estereotipado das situações investigadas. É o observado em:

O que aconteceu nesse vídeo? É um Eclipse lunar. **Como você sabe que é um Eclipse lunar?** É porque a Lua era cheia, o lunar só acontece na cheia. **E o que é um Eclipse?** É quando fica o Sol, a Terra e a Lua na mesma direção. É assim, tem Lua cheia, né, aí ela vai passando e fica na mesma direção da Terra, ela entra tipo na sombra da Terra, aí ela tava iluminada pelo Sol, mas quando ela fica nessa sombra escurece, mas é bem rápido. (MEC, 13 anos, pós-teste 1).

O que aconteceu nesse vídeo? Um Eclipse. **E o que é um Eclipse?** O Eclipse é um fenômeno de quando está os três, a Terra, o Sol e a Lua na mesma direção [...] **E sempre tem Eclipse?** Não, demora porque demoram para ficar alinhados e também, eu lembro que você falou tem uma coisa de ângulo, não tem? Porque senão ia ter Eclipse toda semana. (MES, 14 anos, pós-teste 1).

Nos dois excertos apresentados, acompanhamos justificativas para os acontecimentos dos Eclipses que conseguem relacionar os elementos e processos envolvidos no fenômeno de modo coordenado, demonstrando um melhor entendimento das variáveis envolvidas para a existência dos Eclipses. Interessante, a fala de MES que se remeteu ao vivenciado em sala de aula, por ocasião das simulações, embora não traga maiores explicações quanto a isso.

Em linhas gerais, comparando os resultados das entrevistas em pré-teste e pós-teste, é possível inferir sobre a existência de um avanço nas respostas, uma vez que após o trabalho pedagógico, obtivemos um maior percentual de respostas que utilizaram dos elementos científicos para justificar suas explicações ainda que, parte delas, seja considerada incompleta de acordo com os pressupostos científicos.

Acerca das explicações encontradas, observamos que o trabalho com simulações e modelos é bastante significativo para os alunos, tanto que nas entrevistas, em vários momentos, ainda que eles não conseguissem formular suas respostas com preceitos científicos, vimos que se lembravam das situações vividas em sala de aula, buscando a elas remeter-se para justificar os fenômenos astronômicos em questão.

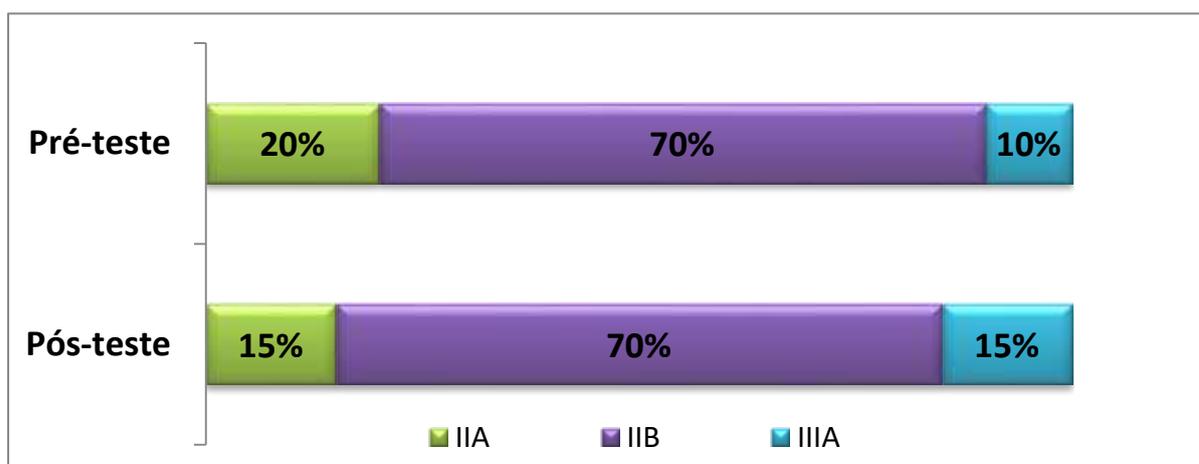
8.5 Provas operatórias em pós-teste 1

Neste momento, tal qual mostrado em razão das entrevistas, apresentaremos as comparações dos resultados no pré e pós-teste¹, obtidos por meio da aplicação das provas operatórias empregadas.

8.5.1 Resultados da comparação do pré e pós-teste na prova operatória das montanhas

Acompanhamos a seguir, no Gráfico 6, os resultados obtidos no pré e no pós-teste 1 decorrentes da aplicação da prova operatória “O relacionamento de perspectivas” (prova das montanhas).

Gráfico 6 - Comparação entre os subestádios encontrados no pré e pós-teste 1 (Prova das montanhas)



Fonte: Dados da pesquisa.

Verifica-se, por meio dos resultados apresentados que no pós-teste 1 tivemos uma diminuição de 5% no percentual de conduta do estágio II A. Quanto ao subestádio II B, nota-se que o percentual de 70% manteve-se na situação de pós-testagem. Em acréscimo, no subestádio III A, houve um aumento em 5% no percentual de respostas.

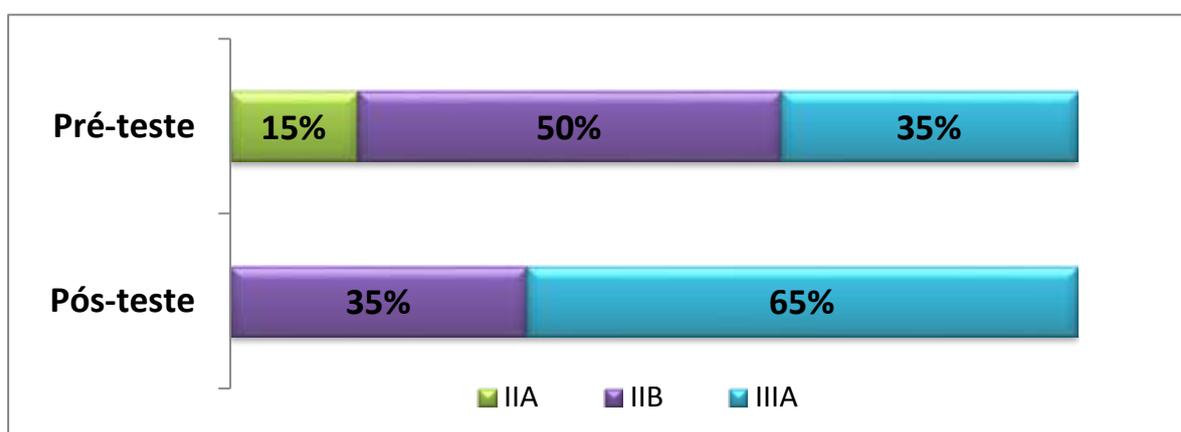
De maneira geral, vê-se pouca diferença nos resultados de pré e pós-teste 1, em relação a tal prova aplicada, isto é, as condutas iniciais para resolver os problemas decorrentes das situações presentes na prova operatória foram mantidas.

Diante desses resultados, nota-se que os participantes da pesquisa já estavam em posse de operações concretas, para a situação do relacionamento de perspectivas e, não podemos deixar de observar, o fato de que a intervenção implementada pode ter sido uma das variáveis condicionantes para que mudanças evidentes em tais estruturas cognitivas fossem observadas. Conforme vimos sustentando, os processos mentais, de equilíbrio e desequilíbrio, demandam, além de solicitações, tempo para que se consolidem. Além disso, em especial, ao relacionamento das perspectivas, questionamo-nos sobre a necessidade de um trabalho conjunto com outras áreas do conhecimento que também proporcionassem reflexões acerca dessas questões, ou ainda, se uma intervenção específica, alavancaria melhores construções.

8.5.2 Resultados da comparação do pré e pós-teste na prova operatória das sombras

Em sequência, são apresentados, no Gráfico 7, os resultados decorrentes das aplicações em pré e pós-teste 1, da prova operatória “A projeção das sombras” (prova das sombras).

Gráfico 7 - Comparação entre os subestádios encontrados no pré e pós-teste 1 (Prova das sombras)



Fonte: Dados da pesquisa.

Diante dos resultados, na aplicação referente ao pós-teste, não foi possível identificar nenhum sujeito com condutas referentes ao subestádio II A, o qual no pré-teste apresentou percentual de 15%.

No que se refere ao subestádio II B, é interessante destacar que houve um declínio em seu percentual, passando de 50% a 35%, quando comparadas as situações de pré e pós-testagem, respectivamente. Esse fato acontece em razão do aumento de condutas do subestádio III A, em pós-teste, com 65% do percentual, quase o dobro dos 35% obtidos no pós-teste.

Evidenciou-se que qualitativamente, os participantes tiveram melhor progresso nesta prova operatória, haja vista que na outra que fora apresentada, não foi possível verificar mudanças significativas na forma de resolvê-la em pré e pós-teste 1.

É preciso acentuar que ambas as situações verificaram o relacionamento de perspectivas, no entanto, o conteúdo das sombras, em específico neste trabalho, pode ser considerado de mais fácil compreensão para os alunos, uma vez que durante as atividades pedagógicas, embora as relações de perspectiva também fossem consideradas, houve mais destaque para o papel das sombras tanto no caso das fases da Lua quanto dos Eclipses.

Além disso, acreditamos que ao longo de nossa trajetória, as sombras tornam-se elementos mais próximos de nossa vivência, por exemplo, vemos as diferentes sombras que são projetadas quando da relação do nosso corpo com uma fonte luminosa, brincamos com sombras etc, ao passo que, nem sempre, somos levados a pensar e problematizar sobre perspectivas, pontos de vista e descentrações, seja em realidades físicas ou sociais.

8.6 Relações entre os resultados das entrevistas e as provas das montanhas e das sombras

Frente a nossa hipótese de que haveria uma relação positiva entre as entrevistas e as provas operatórias, empreendeu-se, uma análise estatística, em complementariedade com os achados já discutidos de modo qualitativo.

8.6.1 Resultados da análise estatística

Os resultados foram analisados por meio do *software* Statistica® versão 10 (StatSoft, Inc). Nesse momento, foi empregado o teste não-paramétrico de *Wilcoxon*, que investiga a relação de dependência entre as variáveis, para amostras com n (número amostral) menor que 25. Para tanto, definimos a hipótese nula (H_0), na qual explicitou-se que não haveria diferença entre as variáveis, ou melhor, as respostas das provas operatórias e as categorias das

entrevistas não estariam atreladas, já de acordo com a hipótese alternativa (H_1) existiria correlação entre as variáveis pesquisadas.

Para existência de correlação estatisticamente significativa, a probabilidade de significância (p) deve ser menor que 5% (0,05), ou seja, rejeita-se a hipótese nula. Quando o valor de p for igual ou maior do que 5% (0,05), a correlação estatística encontrada é não significativa, assim, aceita-se a hipótese nula. A Tabela 15 em sequência, revela as probabilidades de significância determinadas pelo do tratamento estatístico de *Wilcoxon*.

Tabela 15 - Nível de significância entre entrevistas e provas operatórias em situação de pré e pós-teste 1

	Prova operatória das montanhas		Prova operatória das sombras	
	p* em Pré-teste	p em Pós-teste	p em Pré-teste	p em Pós-teste
Entrevista fases da Lua	0,00132	0,118314	0,000089	0,003334
Entrevista Eclipses	0,000438	0,476907	0,000293	0,004650

Fonte: Dados da pesquisa.

* probabilidade de significância.

Na Tabela 15, é possível acompanhar que as relações entre as categorias de resposta da entrevista e os níveis nas provas operatórias foram significativos estatisticamente, uma vez que observamos um número de $p < 0,05$. Isso implica dizer que existe uma correlação positiva entre as respostas das entrevistas e os níveis das provas operatórias. Nesse caso, a hipótese nula, de que não haveria relações entre as variáveis, foi rejeitada.

Esse resultado nos permite afirmar que as categorias de respostas das entrevistas, mais próximas à perspectiva científica, ainda que superficiais, estão alicerçadas por estruturas cognitivas dos estádios operatório concreto e formal, em especial, dos níveis IIB e IIIA, das situações investigadas.

Em apenas duas situações, essa relação não pode ser verificada, conforme acompanhamos em destaque na tabela mencionada. Foi o caso das relações entre a prova das montanhas e as entrevistas de pré e pós-teste, tanto para as explicações acerca das fases da Lua quanto dos Eclipses. Nesse particular, a hipótese nula foi aceita, uma vez que, matematicamente, a correlação foi negativa, de maneira que as variáveis seguiram percursos independentes.

Diante disso, interpretamos que, anteriormente à intervenção, os alunos já possuíam, em grande maioria, estruturas cognitivas do estádio operatório concreto e, alguns, já com estruturas do operatório formal, as quais possibilitavam a aquisição de informações e a descrição dos fenômenos em questão, de acordo com os resultados já discutidos.

Percebemos que existe uma relação entre estar numa categoria de resposta, para justificar as fases lunares e os Eclipses e num subestádio, em cada uma das provas operatórias, fato revelado pela análise estatística. Disso resulta que estar no estádio operatório concreto possibilita aos sujeitos assimilar algumas informações, tais como a Lua é menor que a Terra, que ela tem movimento ou ainda, que ela é iluminada pelo Sol. Essas estruturas também permitem a descrição dos fenômenos, por isso, os sujeitos puderam afirmar que as fases lunares acontecem em função da iluminação do Sol na Lua e que os Eclipses acontecem pelo alinhamento do Sol, da Terra e da Lua. Entretanto, quando solicitados a coordenar todos esses elementos e, de fato, colocá-los em um sistema amplo e geral, coerente com as explicações científicas, vimos, em suas respostas, que tal feito não foi possível. Sendo assim, estar em posse de um raciocínio concreto, nos auxilia a lidar melhor com as informações, mas é o raciocínio formal que nos possibilitará reflexões ampliadas e destacadas do real.

Todavia, destacamos que tais estruturas cognitivas se apresentam como possibilidades e que, mesmo com esse aparato cognitivo, sobretudo em pré-teste, comprovamos que os estudantes não apresentaram compreensões, as quais poderiam ser consideradas como mais elaboradas. Uma hipótese para essa situação se apoia na maneira em que os conteúdos de Astronomia chegaram, anteriormente, aos sujeitos. A nosso ver, o contato com tais temáticas deu-se de maneira superficial. Entretanto, após o trabalho pedagógico específico, os sujeitos foram encorajados a realizar ações físicas e mentais sobre esses objetos de conhecimento, fato que subsidiou reflexões e organizações cognitivas favorecendo um melhor entendimento dos acontecimentos que regem as fases da Lua e os Eclipses.

8.7 Resultados do pós-teste 2

Conforme já explicitado no capítulo dos aspectos metodológicos do Estudo 2, trinta dias após o início da coleta do pós-teste 1 foi aplicado o pós-teste 2, o qual consistiu em um simulado⁶.

Esse instrumento foi formulado com questões sobre os conteúdos trabalhados na intervenção pedagógica, presentes em provas de anos anteriores do SARESP, da OBA e do Projeto cientistas do amanhã. Além disso, uma das questões que buscou verificar a que os estudantes atribuíam a ocorrência da Lua Nova foi elaborada pela pesquisadora, porque nas

⁶ Teste de múltipla escolha com questões presentes ou inspiradas em avaliações externas (SARESP) e facultativas (OBA), com as quais, invariavelmente, os estudantes da Educação Básica têm contato.

aulas ministradas comumente se observou que os estudantes tinham dificuldades para compreender essa fase lunar, sobretudo, pelo fato dela não ser tão aparente como as demais.

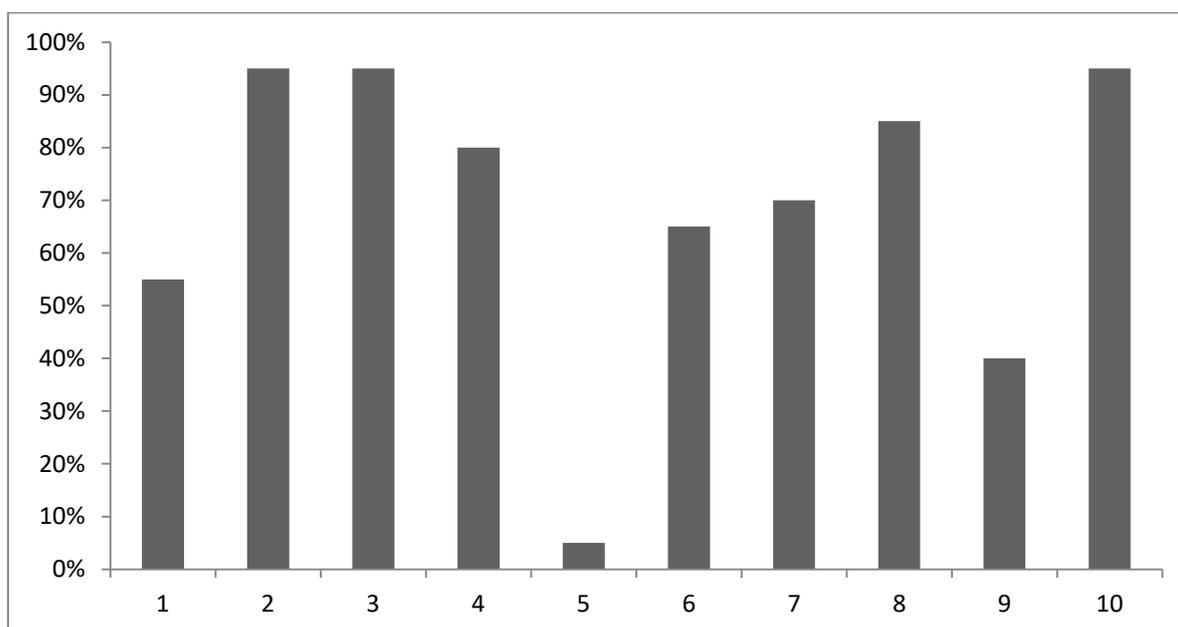
Também vale esclarecer a escolha de um instrumento diferente do utilizado nas primeiras situações, o simulado. Nesse sentido, objetivamos com sua aplicação, para além da verificação de conteúdos aprendidos, diagnosticar se os estudantes, após o trabalho interventivo, seriam capazes de generalizar os conteúdos abrangidos a outras situações, por exemplo, a um exame objetivo.

É preciso dizer que as questões contidas no simulado utilizado possuem diferentes solicitações: algumas verificam a aprendizagem de fatos, por meio da memorização de informações, outras verificavam a descrição do fenômeno, nas quais se acompanhou a aprendizagem de conceitos e, ainda, questões que exigiam dos estudantes a coordenação de conteúdos memorizados e conceituais para uma compreensão maior, mais ligada a princípios (ZABALA, 1989).

Dessa maneira, esse instrumento foi composto por 10 questões, de modo que as de número 1, 2, 4, 5, 6, 8, 10 fazem referência às fases da Lua, já as questões 3, 7 e 9 trazem o conteúdo dos Eclipses. Quanto às suas exigências, as questões 2 e 3 verificam se os estudantes são capazes de empregar a memorização de informações, as questões 1, 4, 5, 7, 8 e 9 avaliam se conseguem descrever os fenômenos e as questões 6 e 10, coordenam distintos elementos para compreensão do fenômeno. Tal simulado encontra-se detalhado no apêndice F da presente tese.

Assim, foi combinado com a professora regente da sala um dia para a realização do simulado e pediu-se que os alunos não fossem avisados. Dessa maneira, procedeu-se a aplicação pela professora pesquisadora e os resultados de acertos para cada uma dessas questões podem ser verificados no Gráfico 8, a seguir.

Gráfico 8 - Percentuais de acertos nas questões do simulado



Fonte: Dados da pesquisa.

Diante dos resultados, as questões com maior percentual de acertos, com 95%, foram as de número 2, 3 e 10, ou seja, os participantes puderam valer-se de informações memorizadas, tais como o nome das fases da Lua e dos Eclipses, e souberam coordenar as características da Lua e de sua iluminação, exigências contidas, em exclusivo, na questão de número 10.

Em seguida, com 85% dos acertos, tem-se a questão 8, a qual solicitava o reconhecimento do motivo para a ocorrência das fases da lunares. Com percentual de 80% de acertos, apresenta-se a questão 4, onde era preciso saber que a Lua, por ser um satélite natural, possui movimentação.

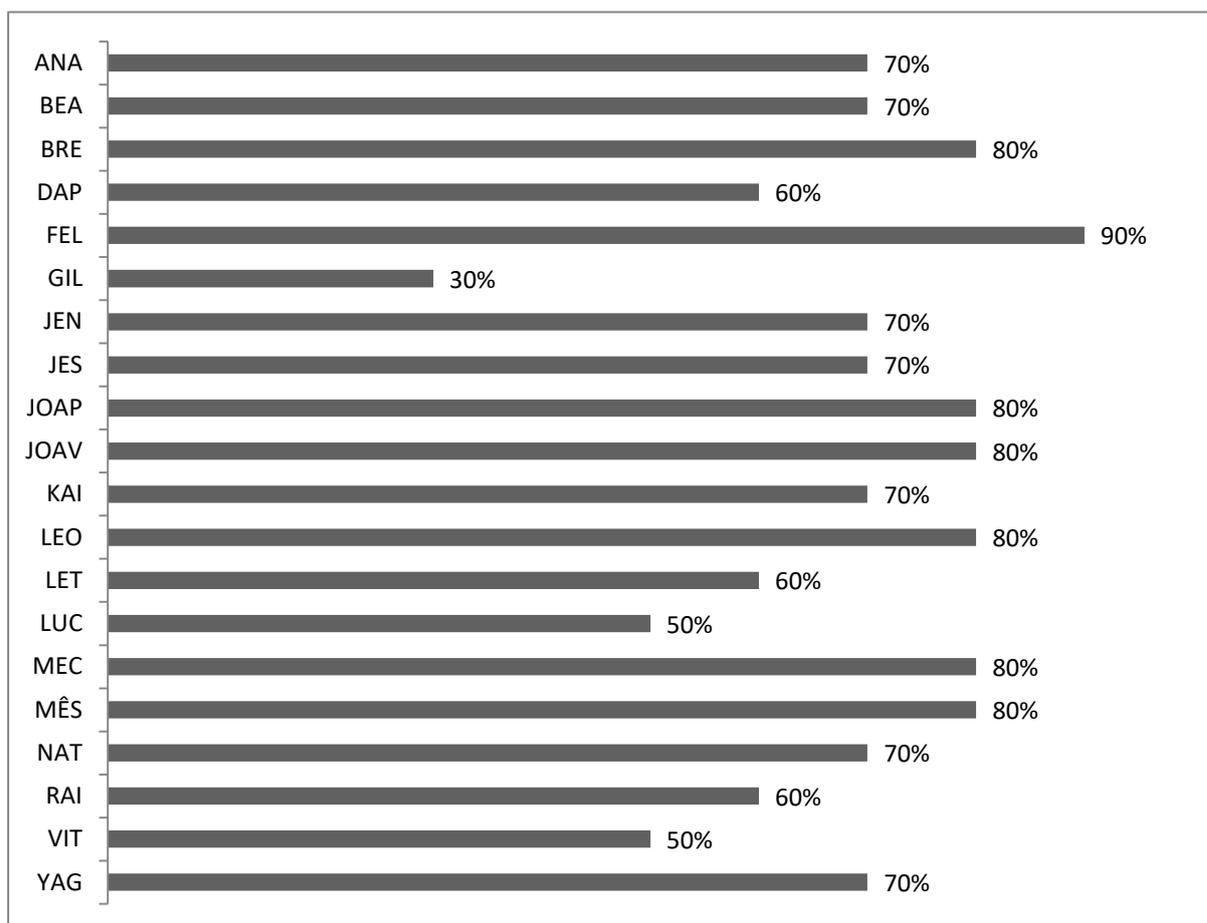
A questão número 7, contou com 70% dos acertos e, neste momento, era necessário descrever o fenômeno dos Eclipses. Quanto a questão 6, com 65% de acertos, era importante coordenar as variáveis envolvidas para explicar a ocorrência da Lua cheia.

A questão 1, com 55% de acertos, verificava por meio de uma imagem a descrição do fenômeno das fases da Lua. A questão 9, que obteve apenas 40% dos acertos, solicitava a compreensão da posição do Sol, Terra e Lua nos Eclipses lunares e solares.

Por fim, chama-se atenção para a questão de número 5, com um percentual bastante baixo de acertos, representado por 5%. Nessa questão, era preciso ter clareza da constância do fenômeno das fases lunares e reconhecê-lo como de ocorrência mundial, entretanto, pelo resultado obtido, nota-se que os estudantes não conseguiram fazer essa inferência.

De modo geral, a média de acertos das questões que compuseram o simulado foi de 69%. Quanto aos resultados individuais, mais detalhes são mostrados no Gráfico 9 em sequência.

Gráfico 9 - Percentuais de acertos entre os participantes



Fonte: Dados da pesquisa.

Em suma, quando o desempenho dos participantes é analisado individualmente, se obtém um percentual com mais de 70% dos participantes apresentando um resultado igual ou superior a sete acertos, em dez questões. Tal resultado pode ser considerado satisfatório, haja vista que pelo fato do instrumento ter sido aplicado um mês depois da intervenção, observa-se a consolidação de conhecimentos, no que tange à descrição dos fenômenos estudados.

Desse modo, as questões que os participantes tiveram melhor desempenho foram aquelas relacionadas à memorização de nomes e a descrição do que seriam as fases da Lua e os Eclipses. Isso significa que eles puderam, por exemplo, reconhecer o nome das fases lunares e dos diferentes tipos de Eclipses ensinados, tais como os solares e lunares.

Foi possível verificar, também, que os estudantes compreendem que a ocorrência de tais fenômenos está relacionada com a iluminação solar e com as diferentes posições que Terra e Lua assumem em razão de seus movimentos próprios em uma órbita heliocêntrica.

No entanto, é preciso destacar um importante resultado observado a partir das questões com menor percentual de acertos. Nesses casos, constatou-se que os sujeitos da pesquisa não conseguiram valer-se da coordenação de perspectivas, posto que as questões 1, 5, 6 e 9, as quais exigiam mais essa competência, tiveram menos de 70% do percentual de acertos.

Para exemplificar, em especial, vejamos o caso das questões 1 e 9. Nesses dois momentos, figuras demonstrando a posição do Sol, da Terra e da Lua foram apresentadas em solicitação da posição da Lua na ocorrência da lua Crescente e Minguante (questão 1) e da Lua e da Terra no advento do Eclipse lunar e solar (questão 9). Frente a isso, acompanhamos a dificuldades em coordenar esses elementos, ou melhor, em imaginar, hipoteticamente, a posição de cada um desses astros para a existência dos acontecimentos celestes apresentados, a qual pode estar atrelada à complexidade da descentração espacial.

Supõe-se que o desempenho dos estudantes no simulado se relaciona com a intervenção pedagógica empregada, dessa forma, infere-se que informações gerais e descrição dos fenômenos foram mobilizadas e se mantiveram após o trabalho interventivo. Todavia, sistemas de explicações mais elaborados, os quais se debruçam sobre coordenações e reflexões, ainda carecem de um maior tempo e de um trabalho mais contínuo para seu estabelecimento.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que a presente tese fosse realizada, dois estudos, em distintos momentos, foram empreendidos. Um primeiro, junto a professores da disciplina de Ciências do Ensino Fundamental II, da rede pública de educação do Estado de São Paulo, e um segundo, com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental II, matriculados na referida rede de ensino.

O objetivo do primeiro estudo foi o de identificar conteúdos complexos da disciplina de Ciências, na perspectiva docente, tanto para ensinar quanto para aprender, assim como, conhecer os motivos para tal. Nessa primeira investigação, a partir da fala docente, obtida por meio de entrevistas desenvolvidas com 35 professores, verificou-se que os conteúdos de Astronomia são os mais difíceis para ensinar e aprender.

Foram variados os motivos que justificaram as dificuldades relatadas. Para ensinar tais conteúdos, os docentes remeteram-se à falta de um trabalho específico com a Astronomia durante a formação inicial, tendo em vista que são poucas graduações em nosso país que oferecem aos futuros professores de Ciências disciplinas que abordam, especificamente, a educação em Astronomia. Essa formação incompleta reflete-se na insegurança dos docentes, ao ministrar tais temáticas, presentes na Educação Básica, conforme orientação dos documentos oficiais de educação.

Por outro lado, há de se considerar as especificidades desses conteúdos abstratos. Embora seja possível acompanhar alguns fenômenos, no âmbito astronômico – por exemplo, as fases da Lua, os Eclipses, o dia e a noite, o alinhamento de alguns planetas de nosso Sistema, entre outros – na verdade, são realidades distantes do exercício empírico e requerem, para sua compreensão, o apoio de modelos, de imagens, de filmes e de animações. Essa característica inerente aos conteúdos da Astronomia foi citada pelos professores participantes como uma das barreiras para uma melhor compreensão dessas temáticas, por parte dos alunos.

Diante dos resultados das entrevistas com os docentes, há de repensar-se a formação inicial e continuada de professores, em nosso país. Não é compreensível que conteúdos presentes nos currículos da Educação Básica não sejam contemplados na etapa preparatória de formação profissional. Para tanto, defende-se um alinhamento das orientações curriculares com a formação inicial de professores.

No entanto, sabemos que essa é uma medida que não deve ser dirigida somente à formação inicial, posto que já temos professores em exercício que convivem com essas dificuldades, no ensino e na aprendizagem desses conteúdos. Por isso, é preciso um olhar

mais cuidadoso com a formação continuada docente, de maneira que ela exista e vá ao encontro das necessidades relatadas pelos profissionais.

Em meio às inquietações que o primeiro estudo apresenta, frente à literatura específica do ensino de Ciências e da educação em Astronomia, observa-se, mundialmente, as dificuldades de compreensão de temas da Astronomia básica e que tangem não somente aos docentes, mas, igualmente, aos discentes. O que fica claro na revisão bibliográfica que efetivamos é que as concepções alternativas, compreendidas como ideias mais distantes das explicações científicas, são persistentes, ao longo da escolarização, ou melhor, mesmo que exista um trabalho específico pautado nas proposições da ciência, são ideias que permanecem, e mais, tornam-se obstáculos para compreensões mais elaboradas.

No que diz respeito às fases da Lua e aos Eclipses, foi possível perceber essa dificuldade, por meio da constante frequência de ideias alternativas para explicar esses fenômenos, nas quais, por exemplo, se acredita que a Terra projeta uma sombra na Lua ou que nuvens e/ou planetas parcialmente a cobrem, para explicar tanto as fases lunares quanto os Eclipses.

Face às dificuldades descritas no trabalho empírico empregado e na literatura especializada, não pudemos deixar de fazer aproximações com a construção do conhecimento explicitado na Epistemologia Genética de Jean Piaget, a qual enfatiza o papel dos desequilíbrios e das equilibrações no decurso do desenvolvimento. Assim, entende-se que essas ideias alternativas podem ser persistentes, por não estarem sendo colocadas à prova, isto é, elementos para que outras perspectivas sejam pensadas não são apresentados, especialmente, no âmbito escolar.

Outro ponto embasado pela teoria adotada se relaciona com os mecanismos adjacentes à construção do conhecimento, de modo que, no caso específico dos conteúdos da Astronomia, elencamos a construção do espaço, mais propriamente, a construção de perspectivas, presentes nas conquistas intrínsecas ao espaço projetivo. Diante disso, pensou-se que as ideias científicas em oposição às concepções alternativas precisam ser alicerçadas por construções mais elaboradas, no âmbito das construções espaciais.

Foram essas considerações que encaminham o Estudo 2, no qual se buscou verificar os impactos de uma intervenção pedagógica, pautada em princípios da teoria piagetiana, com relação à aprendizagem de conceitos complexos, na perspectiva docente, ligados à Astronomia, em específico, as fases da Lua e os Eclipses.

Os resultados do pré-teste desse segundo estudo, no qual foram aplicadas uma entrevista clínico-crítica e duas provas operatórias, mostraram que a maioria dos estudantes

participantes não sabia explicar os fenômenos das fases da Lua e dos Eclipses. Nos casos em que alguma explicação era exposta, em sua maioria, elas eram confusas e distantes dos aspectos científicos.

É preciso frisar que o contato com os conteúdos da Astronomia básica não era novidade para nossos participantes, visto que, de acordo com o currículo do Estado de São Paulo, desde o 6º ano questões relativas ao Sol, à Terra e à Lua já deveriam, paulatinamente, ser abordadas, a fim de que no 8º ano, os fenômenos de nossa investigação pudessem ser abordados detalhadamente.

Todavia, foi perceptível a pouca familiaridade com esses assuntos, o que nos leva a pensar sobre a forma como esses conteúdos vêm sendo trabalhados na escola básica. É nesse ponto que insistimos que a construção do conhecimento deve se desvencilhar da mera transmissão de conteúdos, ou do simples cumprimento de conteúdos pré-estabelecidos em um programa, de maneira descontextualizada e sem o protagonismo do educando.

As aplicações das provas operatórias na pré-testagem revelaram que os participantes, já adolescentes, apresentaram condutas, em ambas as situações avaliadas, condizentes com as características das operações concretas. Esse é um resultado que mostra a importância de os educadores considerarem a necessidade de trabalhar em sala de aula, mesmo com sujeitos mais velhos, com materiais concretos que subsidiem o pensamento dos estudantes.

Quanto à proposta da intervenção empregada, pretendeu-se que ela fosse alicerçada em princípios piagetianos, sintonizados com a perspectiva ativa de construção do conhecimento. Assim, buscou-se valorizar o papel da motivação, da atividade do sujeito, da ação sobre materiais e da elaboração de problemas e hipóteses, o que fica claro ao longo das 10 horas/aulas de trabalho junto aos alunos.

Interessante enfatizar que as atividades que compuseram a intervenção não são inovadoras e/ ou desconhecidas pelos docentes, mas a condução desses momentos se deu de maneira diferenciada, procurando-se não apenas cumprir uma sequência de exercícios, mas se preocupando, sobretudo, em possibilitar momentos de reflexão sobre as temáticas de investigação.

Dessa forma, no início do desenvolvimento das atividades empregadas, partimos de uma situação de desequilíbrio, gerado por um problema, interessante para os estudantes de ser resolvido, pois, já no primeiro momento proporcionado, os alunos perceberam que havia, entre eles, diferentes ideias sobre o Sistema Solar. Nas demais etapas que se sucederam, buscou-se valorizar o papel ativo de quem aprende, impulsionado pela motivação e interesse

em conhecer, por meio da pesquisa escolar e de demais atividades que exigiam dos estudantes interação e reflexão.

Na primeira pós-testagem puderam ser comprovados os efeitos positivos desse trabalho interventivo, haja vista que os sujeitos passaram a ter explicações mais próximas dos conhecimentos científicos, no que concerne aos fenômenos investigados. Todavia, é preciso esclarecer que as novas explicações exibiram algumas confusões conceituais e, ainda, permaneceram algumas concepções alternativas observadas em pré-teste.

Para uma aprendizagem duradoura, faz-se importante levar em conta a variável tempo. Não consideramos adequadas 10 horas/aulas, tampouco as 6 horas/aulas originalmente previstas no currículo oficial para esse conteúdo. A fim de que os alunos explorem, pensem, revejam suas ideias, conheçam diferentes pontos de vista, isto é, sejam submetidos a constantes desafios e tenham ativado seu processo de equilíbrio, é necessário tempo para o desenvolvimento do trabalho pedagógico. Além disso, sabe-se que outras temáticas precisam ser contempladas ao longo da escolarização, por isso, questiona-se se a quantidade de conteúdos previstos para a disciplina de Ciências, no Ensino Fundamental II, é condizente com o tempo para consolidação desses conhecimentos. Uma saída para tal seria, no âmbito das políticas educacionais, rever a quantidade de conteúdos abarcados nessa modalidade de ensino; mais uma vez, insistimos que o uso sem reflexão do material apostilado acaba aprisionando o professor, o qual, por vezes, se obriga a trabalhar os conteúdos rapidamente, em razão de exigências curriculares.

Nas aplicações das provas operatórias, as quais investigavam a construção das relações de perspectivas em duas diferentes situações, pôde ser demonstrado que já na situação de pré-teste, os alunos possuíam estruturas que podem ser interpretadas à luz das características de pensamento do estágio das operações concretas. Embora com ressalvas, pois não fizemos um diagnóstico clínico dos participantes, mas os avaliamos nesses dois momentos, é possível inferir que a estrutura de pensamento desses participantes se confina no concreto, ou seja, no mundo dos objetos, sendo de difícil compreensão as hipóteses e deduções presentes no pensamento científico.

No entanto, isso não significa que esses alunos devem ser privados de tal perspectiva: ao contrário, por meio de recursos concretos, tais como os utilizados em nossa intervenção pedagógica, ela pode ser trabalhada, em respeito ao aparato cognitivo disponível. Vemos que esse tipo de estrutura apresenta lógica e reversibilidade, elementos indispensáveis para a compreensão dos fenômenos ligados aos astros.

Com relação ao pós-teste 1, realizado logo após as situações interventivas, assistimos a um progresso qualitativo nas respostas, demonstrando uma melhor compreensão desses fenômenos, ao passo que, provas operatórias, apenas umas delas revelou um progresso rumo às operações formais. Frente a tais resultados, mais uma vez nos reportamos ao tempo de duração da intervenção, porque a construção de estruturas demanda processos de equilíbrio que não são consolidados de um momento para o outro.

A presente tese desvelou que, já em posse de operações concretas, os sujeitos possuem subsídios para pensar sobre as informações que envolvem as fases da Lua e Eclipses, fato comprovado pelo desempenho dos participantes junto às entrevistas, porém, não são compreensões completas e que permitem coordenar todos os elementos envolvidos nos fenômenos em questão. Entende-se que a aprendizagem sustentada por estruturas do operatório concreto ocorre no plano da aprendizagem conceitual, para a qual diferentes relações são estabelecidas, mas não ainda como um princípio, o qual permite a organização de uma lei geral, duradoura.

Isso também pode ser mais bem compreendido pelos resultados obtidos no pós-teste 2, ao final de nossa pesquisa. Nesse momento, questões que exigiam dos sujeitos a memorização de dados e a descrição dos fenômenos foram aquelas com maior índice de acertos, até mesmo porque eles já estão mais acostumados com esse tipo de verificação da aprendizagem. Em contraponto, questões em que eram solicitados a coordenar perspectivas para compreensão dos fenômenos em questão, vimos uma maior dificuldade, traduzida em menores percentuais de acertos.

Ao final dos dois estudos que compuseram nossa tese, destacamos a importância de um trabalho pedagógico em consonância com pressupostos teóricos que norteiem as intervenções educativas. Como já afirmamos em outros momentos, de forma alguma queremos sustentar que a teoria piagetiana se sobressai sobre as demais, tendo em vista que cada qual, em seu campo teórico, oferece contribuições. Entretanto, estar apoiado nessa perspectiva nos permitiu olhar para características individuais, paralelamente a ter em vista estruturas e mecanismos cognitivos presentes para a compreensão dos conteúdos e para elementos físicos e sociais, tais como as organizações das atividades propostas e da interação entre os alunos nesse percurso educativo.

Dessa forma, salientamos mais uma vez, que esse trabalho só é possível por meio de uma formação sólida dos professores, seja em caráter inicial, seja contínuo.

Vale também destacar que a intervenção pedagógica aplicada oferece contribuições para a vida social dos educandos, ao proporcionar uma reorganização de ideias que caminham

ao encontro da perspectiva científica. Compreendemos que aproximar-se dessas compreensões, em detrimento da presença de explicações estereotipadas da ciência, possibilita lidar com o mundo natural, com a sociedade e tecnologia, maneira mais completa.

Por fim, o presente trabalho ainda deixa indagações que subsidiam a necessidade de mais estudos nas áreas de ensino de Ciências e de educação em Astronomia, particularmente ressaltamos: um trabalho específico com as estruturas de construção do espaço, por meio de jogos e atividades dirigidos para tal, poderia alavancar melhores compreensões sobre os fenômenos das fases da Lua e Eclipses? Quais outros mecanismos cognitivos concorrem para a compreensão de tais questões? Uma formação pedagógica específica docente para nossas temáticas de estudo revelaria, junto aos alunos desses professores, entendimentos mais próximos à compreensão científica? De fato, são muitas perspectivas que precisam se relacionar em futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, G. Mitos e estações no céu Tupi-Guarani. **Scientific American Brasil** – especial etnoastronomia, p.46-55, 2006. Disponível em: http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/mitos_e_estacees_no_ceu_tupi-guarani.html. Acesso: 20 set. 2015.
- ALEXANDRE, J. R.; SOUZA, M. T. C. Cognições espaciais sobre perspectiva em contexto concreto e multimídia. **Psicologia: Teoria e Prática**, São Paulo, v. 3, n. 13, p. 41- 54, 2011.
- ANDRADE, M. J. P. et al. Investigando conhecimentos básico de Astronomia em professores em formação. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC, 7., 2009, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis, UFSC, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1370.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2015.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: edições 70, 2006.
- BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino e aprendizagem de ciências: mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 3, n. 20, p. 579-593, 2014.
- BASTOS, F. et al. Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem de Ciências: revisitando os debates sobre construtivismo. In: NARDI, R., BASTOS, F., DINIZ, R. E. S. (Org.). **Pesquisas em ensino de Ciências: contribuições para a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2004. p.9-55.
- BASTOS, F.; NARDI, R. Polêmicas sobre abordagens para o ensino de Ciências: uma análise com ênfase na ideia da pluralidade metodológica. In: Encontro nacional de pesquisa em educação em Ciências – ENPEC, 5., 2005, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro, UFRJ, 2005. Disponível em: <www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/3/doc/p687.doc> Acesso em: 16 jul. 2017.
- BAXTER, J. Childrens' understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, Londres, v.11, special issue, p.502-513, 1989.
- BAXTER, J. The influences of the national curriculum on children's misoconceptions about astronomy and the use of these misoconceptions in the development of interactive teaching materials. In: **New trends in astronomy teaching**. Cambrige university: Press, 1998. p 139-146.
- BECKER, F. Abstração pseudo-empírica e reflexionante: significado epistemológico e educacional. **Schème** – Revista eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genética, Marília, número especial, v. 6, nov., p. 104-128, 2014.
- BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.
- BECKER, F. Tempo de aprendizagem, tempo de desenvolvimento, tempo de gênese. In: MOL, J. (Org). **Os Tempos da Vida nos Tempos da Escola**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. p. 50-66.

BOZCKO, R. **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1984.

BOVET, M.; PARRAT-DAYAN, S.; VONÈCHE, J. Causalite et apprentissage. **Cahiers de psychologie cognitive**, Marseille, v. 6, n. 6, p. 615-631, 1986.

BRASIL. **Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil**. Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, MEC/SEF, 1998a.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências Naturais. Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998b.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (Ensino Médio). Brasília: MEC/SEF, 2000.

BRASIL, **Diretrizes curriculares nacionais para a Educação Infantil**. Ministério de Educação, Secretaria de Educação Básica, Brasília, MEC/SEB, 2010.

BRASIL. **Plano Nacional de Educação**. 2014. Disponível em <http://www.observatoriodopne.org.br/metaspne/16-professores-pos-graduados>. Acesso em: 15 out. 2015.

BRETONES, P. C. **A Astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu**. 187 f. Tese (Doutorado em Ensino e História de Ciências da Terra) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

CACHAPUZ, A. Epistemologia e ensino das ciências no pós – mudança conceitual: análise de um percurso de pesquisa. In: Encontro nacional de pesquisa em educação em Ciências – ENPEC, 2., 1999, São Paulo. **Anais eletrônicos...**São Paulo, 1999. Disponível em: <fep.if.usp.br/~profis/arquivos/iienpec/Dados/trabalhos/A02.pd> Acesso em: 16 jul. 2017.

CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. **Enseñanza de las Ciencias**, Madrid, v.13, n.1, p.81-96, 1995.

CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J. C. **Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa**. Tradução de Renato Alberto T. Di Dio. São Paulo: EPU, 1979.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática das ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CARRARA, K. **Introdução à psicologia da educação – seis abordagens**. São Paulo: Avercamp, 2004.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensino de Ciências por investigação – condições para a implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage learning, 2013. p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2007.

_____.; GIL-PEREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. 3 ed. Coleção questões de nossa época. São Paulo: Cortez, 1998.

COSTA, J. R. V. **Uma hipermídia sobre as fases da Lua para o ensino de Astronomia a distância**. 154 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Programa de pós-graduação em ensino de ciências naturais e matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Lagoa Nova, 2011.

COSTA, J. R. V; GERMANO, A. S. M. A aprendizagem sobre fases da Lua numa disciplina de Astronomia na modalidade a distância. In: Simpósio de nacional de educação em Astronomia, 1., 2011. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <snea2011.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2011_TCO30.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2017.

CRESWEL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução de Luciana de Oliveira Rocha. 3 ed. São Paulo: Artmed, 2010.

DARROZ, et al. Propiciando aprendizagem significativa para alunos do sexto anos do ensino fundamental: um estudo sobre as fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia- RELEA**, São Carlos, n. 13, p. 31-40, 2012.

_____. As fases da Lua e os acontecimentos terrestres: a crença de diferentes níveis de instrução. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia- RELEA**, São Carlos, n. 16, p 73-85, 2013.

_____.Evolução dos conceitos de astronomia no decorrer da educação básica. São Carlos, **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia- RELEA**, n. 17, p. 107-121, 2014.

DONGO-MONTOYA, A. O. Realidade e causalidade na psicogênese e na história da ciência. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 218-228, 2015.

ELIAS, D. C. N.; ARAÚJO, M. S. T.; AMARAL, L. H. Concepções de estudantes de ensino médio sobre conceitos de astronomia e as possíveis contribuições da articulação de espaços não formais de aprendizagem. **REnCiMa**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 50-68, 2011.

FAGUNDES, A. J. F. M. **Descrição, definição e registro de comportamento**. São Paulo: Edicon, 1981.

FERREIRA, F. P. **A forma e os movimentos dos planetas: uma proposta para a formação do professor em Astronomia**. 190 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de pós-graduação interunidades em ensino de ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

GOMES, L. C. **As descobertas da Astronomia à luz da teoria da abstração reflexionante de Jean Piaget**. 83 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

GONZATTI, S. E. M. et al. Ensino de Astronomia: cenário da prática docente no ensino fundamental. São Carlos, **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia-RELEA**, n.16, p.27-43, 2013.

IACHEL, G. **Um estudo exploratório sobre o ensino de Astronomia na formação continuada de professores**. 229 f. Dissertação (Mestrado em educação para ciência), Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2009.

IACHEL, G.; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. F. Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, São Paulo, n. 5, p. 25-37, jan/dez 2008.

INHELDER, B.; BOVET, M.; SINCLAIR, H. **Aprendizagem e estrutura do conhecimento**. São Paulo, Saraiva, 1977.

INEP – Instituto nacional de pesquisas educacionais Anísio Teixeira. **Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros**. São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

INPE – Instituto de pesquisas espaciais. **Introdução à Astronomia e a Astrofísica**. São José dos Campos, 2003.

KRASILCHICK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

KRINER, A. Las fases de la Luna, ¿Cómo y cuándo enseñarlas? **Ciência & Educação**, Bauru, v.10, n.1, p.111-120, 2004.

KÜCÜCOZER, H. Prospective Science teachers' conceptions about astronomical subjects. **Science Education International**, Turquia, v. 18, n. 2, jun., p. 113-130, 2007.

LA TAILLE, Y. O erro na perspectiva piagetiana. In: AQUINO, J. G. (Org.) **Erro e fracasso na escola** – alternativas teóricas e práticas. 5ª ed. São Paulo: Summus, 1997. p. 25-44.

LAGO, L. G. **Lua: fases e facetas de um conceito**. 222 f. 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, 2013.

LANGHI, R. Educação em astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, Florianópolis, v. 28, n. 2, ago., p. 373-399, 2011.

_____.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 87-111, 2007.

LE ROBERT. **Dicionário eletrônico** - Langue française. 2017. Disponível em: <https://lerobert.demarque.com/en/lepetitrobert.html>. Acesso em: 16 jun. 2017.

LEITE, C. **A formação do professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade.** 274 f. Tese (Doutorado em Ensino de ciências e matemática) - Faculdade de Educação, Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, 2006.

_____.; HOUSUME, Y. Explorando a dimensão espacial na pesquisa em ensino de Astronomia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 8, n. 3, p. 707-811, 2009.

MACEDO, L. **Ensaio construtivistas.** São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.

_____. **Estágio ou Estádio.** Instituto de Psicologia – USP, 2009. Não publicado.

MACHADO, D. I.; SANTOS, C. O entendimento de conceitos de Astronomia por alunos da educação básica: o caso de uma escola pública brasileira. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia- RELEA**, São Carlos, n. 11, p. 7-29, 2011.

MANO, A. M. P. **Ideias de estudantes sobre a origem da Terra e da vida e suas relações com o desenvolvimento cognitivo: um estudo psicogenético.** 2013. 171 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Ciências e Filosofia, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2013.

_____.; SARAVALI, E. G. As relações entre a construção da abstração reflexionante e o conhecimento social: um estudo psicogenético. **Revista Educação Pública**, Cuiabá, v. 23, n. 54, p. 759-779, set./dez., 2014.

MANTOVANI DE ASSIS, O. Z. **A solicitação do meio e a construção das estruturas lógicas elementares na criança.** 1976. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1976.

MANZINI, E., J. Considerações para a elaboração de roteiro para entrevista semi-estruturada. In: MARQUEZINE, M.C; ALMEIDA, M. A., OMOTE, S. (Orgs.). **Colóquios sobre pesquisa em educação especial.** Londrina: Eduel, 2003, p. 11-25.

MARTINS, B. A.; LANGHI, R. Uma proposta de atividade para a aprendizagem significativa sobre as fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia- RELEA**, São Carlos, n. 14, p. 27-36, 2012.

MASSABNI, V. G. O construtivismo na prática de professores de ciências: realidade ou utopia? **Ciências & Cognição**, Bauru, v. 10, p. 104-114, 2007.

MENEGHEL, A. L. C. **O uso de aparelhos eletrônicos de tela e a construção das estruturas lógico elementares e infralógicas de espaço.** 198 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

MENEZES, L. D. D. **Tecnologia no ensino de astronomia na educação básica: análise do uso de recursos computacionais na ação.** 188 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Uberlândia, 2011.

MOORE, D. S. A. **Estatística básica e sua prática**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

MORAES, R. É possível ser construtivista no ensino de ciências? In: MORAES, R. (Org) **Construtivismo e ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. p. 103-130.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MUNARI, A. **Jean Piaget**. Tradução de Daniele Saheb. Recife: Massangana, 2010.

NARDI, R.; GATTI, S. R. T. Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, jul-dez, p.115-144, 2004.

OLIVEIRA, F. N. **Um estudo das interdependências cognitivas e sociais em escolares de diferentes idades por meio do jogo xadrez simplificado**. 337 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

PELLENZ, D. **Astronomia no ensino de Ciências: uma proposta potencialmente significativa**. 130 f. Dissertação (Mestrado em ensino de ciências e matemática) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

PARRAT-DAYAN, S. A Teoria de Piaget sobre a Causalidade. In: MORENO, M.; SASTRE, G.; BOVET, M., LEAL, A. (Eds.). **Conhecimento e Mudança: os modelos organizadores na construção do conhecimento**. Campinas: Moderna, 2006. p. 15-37.

PIAGET, J. **O raciocínio na criança**. Tradução de Valerie Rumjanek Chaves. Rio de Janeiro, Distribuidora Record, [1924], 1967.

PIAGET, J. **A representação do mundo na criança: com o concurso de onze colaboradores**. Tradução de Adail Ubirajada Sobral e colaboração de Maria Stela Gonçalves. Aparecida: Ideias & Letras, [1926], 2005.

PIAGET, J. Observações psicológicas sobre o ensino elementar das ciências naturais. In: PARRAT-DAYAN, S.; TRYPHON, A. (Orgs.) **Sobre a pedagogia: textos inéditos**. São Paulo: Casa do Psicólogo, p. 167-180, [1949], 1998.

PIAGET, J. **A construção do real na criança**. 2ª ed. Tradução de Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, [1937], 1975.

_____. **Biologia e conhecimento**. 4ª ed. Tradução Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, [1967], 2003.

_____. **Epistemologia genética**. 3ª ed. Tradução Álvaro Cabral. São Paulo: Martins Fontes, [1970], 2007.

_____. **Para onde vai a educação?** Tradução de Ivette Braga. 5ª ed. Rio de Janeiro: José Olympio editora, [1972], 1977.

_____. **A equilibração das estruturas cognitivas.** Tradução de Marion Merlone dos Santos Penna, Rio de Janeiro: Zahar, [1975], 1976.

_____. **Psicologia e pedagogia.** Tradução de Dirceu Accioly Lindoso e Rosa Maria Ribeiro da Silva. 10.ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, [1976], 2015.

_____. **A epistemologia genética, sabedoria e ilusões da filosofia, problemas de epistemologia genética - Os Pensadores.** São Paulo: Abril Cultural, 1978.

_____. et al. **Abstração reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais.** Tradução Fernando Becker. Porto Alegre: Artes Médicas, [1977], 1995.

_____.; GARCIA, R. **Las explicaciones causales.** Barcelona: Barral editores, [1971], 1973.

_____.; GARCIA, R. **Psicogênese e história das ciências.** Petrópolis: Vozes, [1983], 2011.

_____.; GRECO, P. **Aprendizagem e conhecimento.** Tradução de Equipe da livraria Freitas Bastos. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, [1959], 1974.

_____.; INHELDER, B. **A representação do espaço na criança.** Tradução de Bernardina Machado de Albuquerque. Porto Alegre: Artes médicas, [1948], 1993.

_____.; INHELDER, B. **A psicologia da criança.** Tradução de Octavio Mendes Cajado. 5 ed. Rio de Janeiro: Difel, [1966], 2011.

POSNER, G. J. et al. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v. 66, n.2, p. 211-227, 1982.

POZO, J. I.; GÓMES-CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5ª ed. Tradução de Naila Freitas. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PUZZO, D. **Um estudo das concepções alternativas presentes em professores de Ciências de 5ª série do ensino fundamental sobre fases da Lua e eclipses.** 122 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

RESTA-SCHWEITZER, M. **Initiation scientifique et developpement intellectuel du jeune enfant.** 508 f. Tese (Doutorado em Psicologia), Université d'Angers, França, 2011.

RODRIGUES, M. A. Os planetas do sistema solar em livros didáticos de Ciências da quinta série do ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 2, n. 2, p. 1-10, 2007.

ROSADO, R. M. M. **Desenvolvimento de um material paradidático para o ensino de física utilizando a Astronomia como tema motivador.** 72 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências exatas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: ciências da natureza e suas tecnologias.** São Paulo, 2010.

_____. Secretaria de educação. **Resolução n. 72, de 2016**. Disponível em: http://siau.edunet.sp.gov.br/ItemLise/arquivos/72_16.HTM?Time=15/05/2017%2016:08:14. Acesso em: 16 jul. 2017.

SARAIVA, M. F. O. et al. As fases da Lua numa caixa de papelão. **RELEA – Revista latino americana de educação em Astronomia**, São Carlos, n. 4, p. 9-26, 2007.

_____.; SILVEIRA, F. L.; STEFFANI, M. H. Concepções de estudantes universitários sobre as fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia- RELEA**, São Carlos, v.1, n.11, p.63-80, 2011.

SCRIPTORI, C. C. Aproximações e distanciamentos didático-pedagógicos de uma formação voltada para a cidadania: o texto escolar em pauta. In: Encontro nacional de didática e prática de ensino – ENDIPE, 13., 2006, Recife. **Anais...** Universidade Federal de Pernambuco, 2006, p. 1-14.

SHAUGHNESSY, J. J. ; ZECHMEISTER, E. B.; ZECHMEISTER, J. S. **Metodologia de pesquisa em Psicologia**. Trad. Ronaldo Cataldo Costa. Porto Alegre: AMGH, 2012.

SOLER, D. R. **Astronomia no currículo do Estado e nos PCN: um olhar para o tema observação do céu**. 200 f. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências) - Instituto de física, Instituto de química e Instituto de biociências e Faculdade de educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TAXINI, C. L., et al. Proposta de uma sequência didática para o ensino do tema “estações do ano” no ensino fundamental. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, n. 1, v. 4, p. 81-97, jan. a abr., 2012.

TRUMPER, R. A cross-age study of junior high school students’ conceptions of basic astronomy concepts. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 11, p. 1111-1123, 2001.

TRUNDLE, K. C.; ATWOOD, R. K.; CHRISTOPHER, J. E. Preservice Elementary Teacher’s conceptions of Moon Phases before and after Instruction. **Journal of Research in Science Teaching**, n. 39, p. 633-45, 2002.

VAIRO, A. C. ; REZENDE FILHO, L. A. C. Perfil Conceitual como tema de pesquisa e sua aplicação em conteúdos de Biologia. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, p. 193-208, 2013.

VASCONCELOS C., PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. **Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, n. 1, v. 7, p. 11-19, 2003.

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

ZAIA, L. L. Estruturas operatórias concretas: os agrupamentos. In: Mantovani de Assis, O. Z. (Org). **PROEPRE – Fundamentos teóricos para o ensino fundamental**. 3 ed. Juiz de Fora: Fábrica de livros, 2015. p. 161-170.

ANEXO A- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa Local



UNESP - FACULDADE DE
FILOSOFIA E CIÊNCIAS -
CAMPUS DE MARÍLIA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Intervenção pedagógica e desenvolvimento cognitivo em conteúdos de Astronomia: um estudo piagetiano

Pesquisador: Amanda de Mattos Pereira Mano

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 57495516.0.0000.5406

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.685.014

Apresentação do Projeto:

O projeto de pesquisa de doutorado "Intervenção pedagógica e desenvolvimento cognitivo em conteúdos de Astronomia: um estudo piagetiano" apresentado por Amanda de Mattos Pereira Mano insere-se na área de Psicologia da Educação.

Objetivo da Pesquisa:

A pesquisa tem como objetivo principal "Verificar os impactos de uma intervenção pedagógica, pautada em princípios da teoria piagetiana, em estudantes do 8º ano da rede estadual de ensino, com relação à aprendizagem de conceitos ligados à Astronomia".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

No Termo de Compromisso a pesquisadora deixa clara a participação voluntária dos alunos, explicita os objetivos da pesquisa e informa que os dados dos participantes e da escola serão preservados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Conforme informações disponíveis no projeto, a pesquisa será realizada em uma escola pública do interior do estado de São Paulo. Os sujeitos da pesquisa serão alunos do oitavo ano do ensino fundamental. A metodologia é devidamente explicitada no projeto de pesquisa.

Endereço: Av. Hygino Muzzi Filho, 737

Bairro: Campus Universitário

UF: SP

Telefone: (14)3402-1346

CEP: 17.525-900

Município: MARÍLIA

E-mail: cep@marilia.unesp.br



UNESP - FACULDADE DE
FILOSOFIA E CIÊNCIAS -
CAMPUS DE MARÍLIA



Continuação do Parecer: 1.885.014

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A pesquisadora apresenta os documentos obrigatórios para análise do Comitê de Ética.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não foram identificadas pendências documentais ou inadequações. Após a análise dos documentos Parecer favorável à aprovação do projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

O CEP da FFC da UNESP de MARÍLIA, em reunião ordinária de 03/08/16, após acatar o parecer do membro relator previamente aprovado para o presente estudo e atendendo a todos os dispositivos das resoluções 466/2012, 510/2016 e complementares, bem como ter aprovado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido como também todos os anexos incluídos na pesquisa, resolve APROVAR o projeto de pesquisa Intervenção pedagógica e desenvolvimento cognitivo em conteúdos de Astronomia: um estudo piagetiano

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_747475.pdf	28/06/2016 10:21:10		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Instituicao.pdf	28/06/2016 10:16:45	Amanda de Mattos Pereira Mano	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	27/06/2016 12:43:25	Amanda de Mattos Pereira Mano	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_e_assentimento_do_menor.pdf	27/06/2016 12:33:58	Amanda de Mattos Pereira Mano	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_preenchida_e_assinada.pdf	27/06/2016 12:30:41	Amanda de Mattos Pereira Mano	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_pesquisa_AmandaMano.pdf	27/06/2016 12:29:30	Amanda de Mattos Pereira Mano	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Hygino Muzzi Filho, 737
Bairro: Campus Universitário
UF: SP Município: MARÍLIA
Telefone: (14)3402-1346

CEP: 17.525-900

E-mail: cep@marilia.unesp.br



UNESP - FACULDADE DE
FILOSOFIA E CIÊNCIAS -
CAMPUS DE MARÍLIA



Continuação do Parecer: 1.686.814

MARILIA, 18 de Agosto de 2016


Assinado por:

SIMONE APARECIDA CAPELLINI
(Coordenador)

Endereço: Av. Hygino Muzzi Filho, 737

Bairro: Campus Universitário

UF: SP

Telefone: (14)3402-1345

Município: MARILIA

CEP: 17.525-900

E-mail: cap@marilia.unesp.br

APÊNDICE A- Termo de consentimento livre e esclarecido 1

Estamos realizando uma pesquisa na Escola Estadual _____, intitulada **PROPOSTA DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO SOCIAL** e gostaríamos que participasse da mesma. O objetivo geral desta é avaliar os efeitos de uma intervenção pedagógica, pautada em princípios construtivistas em relação à construção do conhecimento social e o desenvolvimento cognitivo de escolares das séries finais do ensino fundamental.

Participar desta pesquisa é uma opção e caso aceite participar deste projeto de pesquisa gostaríamos que soubesse que:

- ❖ PARTICIPARÁ DE UMA ENTREVISTA GRAVADA EM ÁUDIO, A QUAL SERÁ ANALISADA QUANTO AOS OBJETIVOS DA PESQUISA, DE MODO QUE SEUS RESULTADOS PODERÃO SER DIVULGADOS PARA FINS CIENTÍFICOS, TAIS COMO PUBLICAÇÕES EM REVISTAS E CONGRESSOS. NO ENTANTO NÃO HAVERÁ IDENTIFICAÇÃO DE NENHUM PARTICIPANTE DA PESQUISA, ISTO É, SUA IDENTIDADE SERÁ PRESERVADA.

Eu, _____ portador do RG _____ autorizo minha participação na pesquisa intitulada **PROPOSTA DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO SOCIAL** a ser realizada na Escola Estadual _____. Declaro ter recebido as devidas explicações sobre a referida pesquisa e concordo que minha desistência poderá ocorrer em qualquer momento sem que ocorra quaisquer prejuízos. Declaro ainda estar ciente de que a participação é voluntária e que fui devidamente esclarecido (a) quanto aos objetivos e procedimentos desta pesquisa.

Certos de poder contar com sua autorização, colocamo-nos à disposição para esclarecimentos, através do (s) telefone (s) 3367-1793 falar com Amanda de Mattos Pereira Mano ou 3402-1371 (Departamento de Psicologia da Educação/Unesp) falar com Eliane Giachetto Saravali.

ORIENTADORA RESPONSÁVEL PELA PESQUISA, Prof.^a. Dr.^a. Eliane Giachetto Saravali, Professora do Departamento de Psicologia da Educação e do Programa de Pós-Graduação em Educação e DISCENTE, Amanda de Mattos Pereira Mano, Doutoranda em Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação.

Autorizo,
Data: ____/____/____

Assinatura

APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido 2

Estamos realizando uma pesquisa na Escola _____, intitulada INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E DESENVOLVIMENTO COGNITIVO EM CONTEÚDOS DE ASTRONOMIA: UM ESTUDO PIAGETIANO e gostaríamos seu filho participasse. O objetivo deste estudo é de investigar as ideias dos estudantes sobre alguns conteúdos de Astronomia, bem como seu desenvolvimento cognitivo e proporcionar uma intervenção pedagógica. Participar desta pesquisa é uma opção e poderá ser cancelada a qualquer momento. Caso aceite participar gostaríamos que soubessem que as informações serão coletadas por meio de entrevistas gravadas em áudio e vídeo, compostas por: 1) uma entrevista sobre conteúdos de Astronomia e 2) duas provas operatórias. A entrevista e as provas serão aplicadas pela pesquisadora, individualmente, na escola. Os resultados serão posteriormente analisados e organizados podendo constituir artigos para publicação impressa ou eletrônica ou comunicações em eventos de natureza científica. Sempre serão preservadas as identidades dos participantes e da instituição. As filmagens não serão divulgadas sendo utilizadas somente pela pesquisadora para a análise de dados.

Eu, _____ portador do RG _____ responsável pelo(a) participante _____ autorizo a participar da pesquisa intitulada INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E DESENVOLVIMENTO COGNITIVO EM CONTEÚDOS DE ASTRONOMIA: UM ESTUDO PIAGETIANO a ser realizada na escola _____. Declaro ter recebido as devidas explicações sobre a referida pesquisa e concordo que minha desistência poderá ocorrer em qualquer momento. Declaro ainda estar ciente de que a participação é voluntária e que fui devidamente esclarecido (a) quanto aos objetivos e procedimentos desta pesquisa.

Certos de poder contar com sua autorização, colocamo-nos à disposição para esclarecimentos, através do (s) telefone (s) 3367-1793 falar com Amanda.

Pesquisadora responsável: Amanda de Mattos Pereira Mano (Doutoranda em Educação, Unesp/Marília). **Orientadora:** Prof. Dra. Eliane Giachetto Saravali (Departamento de Psicologia da Educação da Unesp/Marília).

Autorizo,

Data: ____/____/____

Assinatura

APÊNDICE C - Termo de assentimento do menor

Você está sendo convidado a participar da pesquisa **INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E DESENVOLVIMENTO COGNITIVO EM CONTEÚDOS DE ASTRONOMIA: UM ESTUDO PIAGETIANO** e seus responsáveis permitiram que você participe. Essa pesquisa busca investigar as ideias dos estudantes sobre conteúdos de Astronomia antes e depois de uma intervenção pedagógica, bem como avaliar questões referentes ao desenvolvimento cognitivo dos participantes. As pessoas que irão participar desta pesquisa são estudantes do 8º ano. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu - não terá nenhum problema se desistir. A pesquisa será feita aqui mesmo na sua escola. Os participantes irão para uma sala com a pesquisadora para conversarem sobre alguns assuntos e trabalharem com algumas atividades, essas conversas serão gravadas e filmadas.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar as pessoas que participarem. Caso aconteça algo errado, ou se você tiver alguma dúvida pode me procurar pelo telefone (14) 3367-1793 (falar com Amanda) ou pelo e-mail: amanda_mattosbio@yahoo.com.br.

Eu, _____ aceito participar da pesquisa **INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA E DESENVOLVIMENTO COGNITIVO EM CONTEÚDOS DE ASTRONOMIA: UM ESTUDO PIAGETIANO**. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e ninguém ficará chateado. A pesquisadora tirou as minhas dúvidas e conversou com meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa. Pesquisadora responsável: Amanda de Mattos Pereira Mano. Orientadora: Prof. Dra. Eliane Giachetto Saravali.

Data: __/__/____

Assinatura

APÊNDICE D - Protocolo da Prova operatória “A projeção de sombras”⁷

Descrição

Para Piaget e Inhelder ([1948], 1993), somente por meio da coordenação de pontos de vista é possível uma coordenação de perspectivas e, por conseguinte, o entendimento das três dimensões (altura, largura e profundidade) do espaço projetivo. Isto quer dizer que, pela interferência das noções espaciais projetivas, a representação mental do objeto tem maior semelhança com o objeto representado.

Nesse sentido, utilizando uma prova operatória que pauta-se na projeção de sombras, os pesquisadores buscaram ver a compreensão dos participantes quanto a forma do objeto e de sua sombra.

Materiais

- 1- Fonte de luz (luminária ou uma vela).
- 2- Objetos diversos (um cone, uma espécie de bobina formada por dois cones simétricos, um cone deitado para que sua sombra seja um círculo, um disco de papelão (apresentado vertical e horizontalmente), um cartão retangular (apresentado vertical e horizontalmente) e um lápis fino).

Procedimentos

O pesquisador deve segurar os objetos entre uma fonte luminosa e uma parede branca. Os participantes, por sua vez, precisam desenhar ou escolher entre desenhos já prontos qual será a forma da sombra quando o objeto fosse projetado na parede branca (Foto 23).

⁷ Adaptado de PIAGET, J; INHELDER, B. **A representação do espaço na criança**. Tradução de Bernardina Machado de Albuquerque. Porto Alegre: Artes Médicas, [1948], 1993.

Foto 23 - Procedimento da prova operatória "A projeção de sombras"



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Diagnóstico

Estádio I – Não há compreensão da situação.

Subestádio II A - não existe a compreensão da forma projetiva da sombra e, por isso, ela é desenhada, ou escolhida entre desenhos que sejam semelhantes à maneira como ele é visualizado pelo participante.

Subestádio II B - ocorre o início de diferenciações de projeções horizontais e verticais, mas isto apenas no caso das formas simples, não ocorrendo no caso dos cones, por exemplo.

Subestádio III A - as formas das sombras são diferenciadas, mas não há uma quantificação nas diversas projeções, isto é, não se prevê com regularidade a sombra projetada pelas inclinações.

Subestádio III B - todas as sombras são diferenciadas, inclusive as posições inclinadas e oblíquas.

Estádio IV (aplicado em relação às formas cônicas) - compreensão do fenômeno, pela tomada de consciência de que são as grandes secções dos cones que escondem a luz.

APÊNDICE E - Prova operatória “O relacionamento das perspectivas”⁸

Descrição

Esta prova operatória, também conhecida por “as três montanhas”, tem o objetivo de verificar como os sujeitos se comportam diante de uma situação problema na qual é preciso diferenciar e coordenar perspectivas. Para tanto, uma maquete com a representação de três montanhas com diferentes aparências é utilizada, de modo que em cada lado da maquete é possível ver o conjunto de montanhas por uma perspectiva diferente.

Materiais

- 1- Maquete de três montanhas diferentes (Fotos 24 e 25).

Foto 24 - Montanhas vistas na posição frente



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

Foto 25 - Montanhas vistas na posição atrás



Fonte: autoria própria, Marília/SP, 2016.

- 2- Representações móveis das montanhas (em cartolina ou em papel cartão, por exemplo).
- 3- 10 fotos de diferentes posições das montanhas, tiradas de diferentes pontos de vista.
- 4- Uma boneca também faz parte do material utilizado, a qual é colocada em distintos pontos para “observação” das montanhas.

Procedimentos

O sujeito deve sentar-se em frente às três montanhas, mas mantendo certa distância. Em seguida, são aplicadas três técnicas, a saber:

⁸Adaptado de PIAGET, J; INHELDER, B. **A representação do espaço na criança**. Tradução de Bernardina Machado de Albuquerque. Porto Alegre: Artes Médicas, [1948], 1993.

Técnica 1

Os três cartões com as representações móveis de cada uma das montanhas são oferecidos ao participante, ao qual conta-se que a boneca irá tirar uma foto das montanhas que estão na maquete e que ele precisa reconstruir esta foto com os cartões. Assim, a boneca é colocada em diferentes posições de visualização das montanhas e, com auxílio dos cartões, a fotografia é reconstituída.

Técnica 2

As dez fotos são apresentadas e pede-se que o participante escolha aquela que representa o que a boneca vê quando colocada em diferentes posições (o pesquisador deve ir mudando a boneca de posição).

Técnica 3

A terceira técnica é o inverso da segunda, assim, uma foto com as imagens da montanha é escolhida pelo pesquisador e o participante deverá reconhecer em qual situação a boneca deveria estar para que aquele fosse o cenário visto por ela (ele deve posicionar a boneca no lugar em que ele acredita que a foto possa ter sido tirada).

Diagnóstico

Estádio I – Não há compreensão do problema.

Subestádio II A- Existe uma confusão entre a perspectiva da boneca e a da participante, sendo que todas as resoluções dadas são pautadas na perspectiva do entrevistado.

Subestádio II B – É marcado por uma tentativa de diferenciação, mas as coordenações necessárias para explicar as situações de forma descentrada ainda não são alcançadas.

Subestádio III A - Diferenciação de certas relações conforme o observador vai mudando, mas ainda não há coordenação entre os pontos de vista.

Subestádio III B - As diferenciações e coordenações completas são atingidas.

APÊNDICE F – Simulado/Pós-teste 2

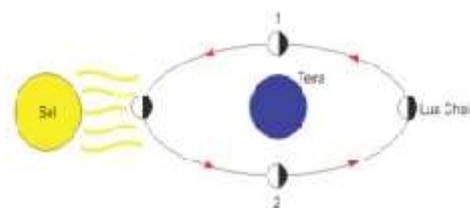
SIMULADO- Astronomia básica (fases da Lua e Eclipses)

Nome _____ N. _____

Data _____

Leia e responda, atentamente:

1. (SARESP, 2010) No esquema a seguir vemos o comportamento da Lua em seu movimento ao redor da Terra e como a luz solar interfere sobre as fases que a Lua apresenta nesse movimento. Preste atenção nas setas que indicam a direção do movimento.



Nas posições 1 e 2 em que fase está a Lua, respectivamente:

- a) Em 1: Lua nova; Em 2: quarto minguante
- b) Em 1: quarto minguante; Em 2: Lua nova
- c) Em 1: Lua nova; Em 2: quarto crescente
- d) Em 1: quarto minguante; em 2: quarto crescente.

2. (OBA, 2015) A Lua, a cada dia, tem uma aparência, isto é uma fase. Quais são elas:

- a) Enchente, crescente, minguante e cheia
- b) Minguante, meia-lua, crescente e enchente
- c) Nova, crescente, minguante e cheia
- d) Crescente, nova, cheia e meia-lua

3. (OBA, 2013) Há um fenômeno celeste que ocorre quando a Lua penetra, totalmente ou parcialmente, no cone de sombra projetado pela Terra, em geral, sendo visível a olho nu. Isto ocorre sempre que o Sol, a Terra e a Lua se encontram próximos ou em perfeito alinhamento, estando a Terra no meio destes outros dois corpos.

O texto acima indica que ocorreu um fenômeno, que fenômeno é esse?

- a) Estrela cadente
- b) Eclipse
- c) Nascer da Lua

d) Eclipse

4. (Cientista do amanhã, 2010) A Lua é o único satélite natural da Terra. Quatro vezes menor do que nosso planeta, ela também é iluminada pelo Sol, não tem luz própria. Ao longo do ciclo lunar, a Lua vai adquirindo formas diferentes para nós que a observamos daqui da Terra. Mas na verdade sua forma não muda. O que muda é o quanto podemos ver da face da Lua que está sendo iluminada pelo Sol.

De acordo com o texto, a Lua é:

- a) Um satélite que possui luz própria
- b) Não é um satélite e não possui luz própria
- c) Não é um satélite e possui luz própria
- d) Um satélite que não possui luz própria

5. (OBA, 2005) Há noites em que a Lua está na fase “cheia” isto é, vemos todo o disco dela iluminado pelo Sol. O Japão fica do lado oposto ao Brasil no globo terrestre. Se a Lua é cheia no Brasil, qual é a fase dela no Japão?

- a) Cheia também. As fases da Lua são um evento astronômico de ocorrência simultânea.
- b) Minguante. Porque depois da fase cheia a próxima é minguante.
- c) Crescente. Porque no Japão é uma Lua diferente daquela presente no Brasil.
- d) Nova. Quando no Brasil a Lua está na da fase de Lua cheia, no Japão terá a fase de Lua Nova porque lá é ao contrário.

6. (Formulada pela autora) No período de Lua Nova:

- a) Vemos totalmente a Lua com aparência redonda e bem brilhante.
- b) Não vemos porque as nuvens estão em sua frente.
- c) Não vemos a Lua porque ela está muito perto da direção em que está o Sol e o lado dela virado para a Terra não está iluminado pelo Sol.
- d) Vemos a Lua somente uma parte iluminada, como se fosse uma “meia-lua”.

7. (OBA, 2016) Veja a foto, a seguir:



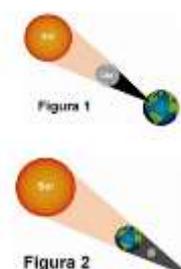
Ela mostra uma sequência de fotos de um eclipse solar quase total. Marque com um X a única afirmação correta:

- a) A Lua está passando na sombra da Terra.
- b) A Lua está passando na frente do Sol.
- c) A Terra está passando na frente do Sol.
- d) Um buraco negro está passando na frente do Sol.

8. (OBA, 2015) Você sabe que a cada noite a Lua tem uma fase (aparência) diferente. Mas, por que isso ocorre?

- a) A Lua passa na sombra da Terra.
- b) A Terra gira ao redor da Lua.
- c) A Lua gira ao redor da Terra.
- d) O Sol gira ao redor da Lua.

9. (Cientistas do amanhã, 2010) As figuras abaixo representam dois eclipses:



A Figura 1 e a Figura 2 representam, nessa ordem:

- a) eclipse solar e eclipse lunar
- b) eclipse lunar e eclipse terrestre
- c) eclipse lunar e eclipse solar;
- d) eclipse solar e eclipse terrestre.

10. (OBA, 2014) O desenho que vemos logo abaixo mostra a Lua e algumas estrelas. Faça um CÍRCULO sobre a única estrela que não poderia estar onde foi desenhada, pois nunca seria vista ali.



REFERÊNCIAS

Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. **Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – SARESP**. Disponível em: <http://www.educacao.sp.gov.br/saresp>. Acesso em 01/08/2016.

Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro. **Projeto cientista do amanhã**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em:

<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/969240/DLFE-209207.pdf/1.0>. Acesso em: 01/08/2016.

Olimpíada brasileira de Astronomia – OBA. Disponível em: <http://www.oba.org.br/site/>. Acesso em: 01/08/2016.