

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
NÍVEL MESTRADO



Mariel José Pimentel de Andrade

**O CICLO DA EXPERIÊNCIA DE KELLY E A TEORIA DA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA RECONCILIAÇÃO
INTEGRADORA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA COM
O USO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS.**

**Recife
Fevereiro de 2010**

MARIEL JOSÉ PIMENTEL DE ANDRADE

**O CICLO DA EXPERIÊNCIA DE KELLY E A TEORIA DA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA RECONCILIAÇÃO
INTEGRADORA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA COM
O USO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos exigidos para a o grau de mestre em Ensino das Ciências

Orientador: Prof. Dr. Alberto Einstein Pereira de Araújo

Co-orientadora: Prof. Dra. Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos

**Recife
Fevereiro de 2010**

Ficha Catalográfica

A553c Andrade, Mariel José Pimentel de
O Ciclo de Experiência de Kelly e a teoria da
aprendizagem significativa: uma reconciliação integradora
para o ensino de astronomia com o uso de ferramentas
computacionais / Mariel José Pimentel de Andrade. – 2010.
152f.

Orientador: Alberto Einstein Pereira de Araújo.
Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Educação, Recife, 2010.

Inclui referencias, anexo e apêndice.

1.Aprendizagem significativa 2.Teoria dos construtos
pessoais 3.Ciclo da Experiência de Kelly 4.Informática na
Educação I.Araújo, Alberto Einstein P. de, Orientador II. Título

CDD 507

Mariel José Pimentel de Andrade

**O CICLO DA EXPERIÊNCIA DE KELLY E A TEORIA DA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA RECONCILIAÇÃO
INTEGRADORA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA COM
O USO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS.**

Aprovada em 26 de fevereiro de 2010.

Banca Examinadora:

Presidente: _____
Prof.Dr. Alberto Einstein Pereira de Araujo (UFRPE)

1º Examinador: _____
Prof. Dr. Elton Casado Fireman (UFAL)

2º Examinador: _____
Prof. Dr. Alexandro Cardoso Tenório (UFRPE)

3º Examinador: _____
Profª. Drª. Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos (UFRPE)

“A maravilhosa disposição e harmonia do universo só pode ter tido origem segundo o plano de um Ser que tudo sabe e tudo pode. Isso fica sendo a minha última e mais elevada descoberta.”

(Isaac Newton)

A minha filha do coração Ana Clara, para que ela lembre que toda conquista requer esforço e luta. Que lhe sirva de estímulo e mesmo que um dia tenha que desistir de alguns sonhos nunca desista de sonhar.

Aos Profs. Janduir e Manoelzinho (in memoriam), professores que me mostraram que o mundo era muito maior do que eu imaginava...

Aos professores em geral, para que possam cada vez mais mostrar aos governantes desse país que uma grande nação se constrói por meio da educação.

AGRADECIMENTOS

Esta talvez seja a página mais prazerosa e ao mesmo tempo mais difícil de escrever. Prazerosa porque é uma oportunidade de agradecer a todos aqueles que foram de extrema importância para realização deste trabalho. Difícil, pois inevitavelmente poderei ser injusto omitindo o nome de alguém.

No entanto, aceitarei esse risco e começarei meus agradecimentos a Deus, pois foi a fé que tenho nessa força superior que me ajudou a vencer os momentos difíceis nessa jornada. Deus foi bastante bondoso comigo enviando anjos para que me auxiliassem. Pois como diz Mário Quintana “*Somos todos anjos de uma asa só, precisamos nos abraçar para alçar vôo.*” Anjos esses que se juntaram em vôo a mim que aproveitei a oportunidade para agradecer:

Ao amigo e professor Alberto Araújo, meu muito obrigado pela orientação, amizade e paciência.

À professora Heloisa Bastos pelas valorosas conversas e encaminhamentos que me ajudaram bastante na elaboração deste trabalho.

Aos professores e professoras do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UFRPE.

Às professoras Mônica e Ana Paula, pelo carinho demonstrado para com os alunos no decorrer de suas aulas.

Ao Corpo Docente e Discente da Unidade Acadêmica de Garanhuns, na pessoa do Professor Marcelo Martins, pelo acolhimento em tal unidade.

À FACEPE – Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos os colegas do mestrado pelas importantes sugestões para o desenvolvimento deste trabalho. Em especial: Adalberto, Charles, Nileide e Thiago, pessoas que sempre levarei no coração.

À Carla Neuberger, pela amizade e pelas ótimas idéias compartilhadas durante os cafés sob o frio de Porto Alegre.

Aos amigos do Laboratório de Computação Científica e Aplicada (LCCA): David, Francielly, Emanuel, Samuel, Valter, Barbara e Wilson, pela constante força e amizade.

Aos amigos: Franklin, Weverson, Amauri, Léo, Emerson e Alan pelas boas risadas nos momentos de estresse.

À Aline Fernandes e à Ana Clara (Clarinha) pelas orações, compreensão e incentivo, por tanto tempo que passei ausente de suas vistas, mas com a certeza de estar presente em seus corações.

À Liana, Marcia, Cláudia, Iranete (Mãe gordinha), Yara, Tia Lila e Tio Farias, por tanta força e incentivo que me foram essenciais durante todos esses anos.

A minha família; pai, mãe e irmã, por compreenderem minha ausência e acreditarem nos meus sonhos.

Aos amigos que por um acaso não encontrarem seus nomes citados nos agradecimentos, por favor, não se sintam desprestigiados, pois seus nomes estão escritos em um lugar muito mais importante que esse: Meu Coração.

Parafraseando Carl Sagan:

Diante da vastidão do espaço e da imensidade do tempo,

é uma alegria para mim

partilhar um planeta e uma época com vocês.

A todos meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Este trabalho possui como objetivo geral investigar a incorporação de estratégias instrucionais derivadas da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) nas etapas do Ciclo da Experiência de Kelly (CEK) e sua utilização como seqüência didática para o ensino de Astronomia. Nossa primeira hipótese era que seria possível incorporar tais estratégias especificamente a cada uma das etapas do CEK, de forma a potencializar o objetivo de cada etapa. Neste trabalho foi possível mostrar que podemos utilizar elementos da TAS nas etapas do CEK, uma vez que não há incompatibilidades teóricas em torno dessas duas perspectivas que tornasse inviável tal aproximação. Assim, foi possível verificar que ao descrevermos cada etapa do CEK, havia uma estratégia da TAS que se adequava, de forma a atender aos objetivos de cada etapa. Outro ponto que investigamos foi como utilizar softwares educativos na criação de um material Potencialmente Significativo. Percebemos que a utilização de softwares de simulação de fenômenos celestes favoreceu a construção de tal material e, conseqüentemente, a seqüência didática. Uma segunda hipótese afirmava que uma seqüência didática proposta a partir da união das estratégias instrucionais da TAS com as etapas do CEK traria ganhos significativos para a aprendizagem de conceitos relativos a Astronomia. Para verificar essa hipótese foi realizado um estudo empírico com alunos do curso de Licenciatura em Pedagogia da Unidade Acadêmica de Garanhuns. A Análise dos dados nos permitiu concluir que houve um ganho significativo de acertos após a participação dos alunos na seqüência didática proposta. Apesar das limitações inerentes a este estudo, ele traz uma importante contribuição ao uso do CEK em conjunto com a TAS como metodologia para o ensino não só de Astronomia como também de outras áreas do conhecimento.

Palavras-chaves: Ciclo da Experiência de Kelly. Teoria dos Construtos Pessoais. Teoria da Aprendizagem Significativa. Ensino de Astronomia.

ABSTRACT

The main goal of this work is to investigate the incorporation of strategies of teaching derived of the Theory of the Meaningful Learning (TAS) in the stages of the Cycle of the Experience of Kelly (CEK) and its use as didactic sequence for the teaching of Astronomy. Our first hypothesis was the possibility of to join such strategies to each one of the stages of the CEK. So, we intend to reinforce the CEK efficiency. This work shows that there are not theoretical incompatibilities of TAS elements used in the CEK stages. So, it is possible to find a TAS tool adapted to each CEK stage, that can to assist the objectives of this stage. We also investigated the use of educational softwares as Potentially Significant material in the astronomy learning. We noticed that the use of celestial phenomena simulation softwares favored the didactic sequence. As second hypothesis, we affirmed that a didactic sequence proposal with the merge of the TAS strategies and CEK stages would bring significant won in the learning on the astronomy concepts. We accomplished an empiric study with Pedagogy undergraduate students of the Unidade Acadêmica de Garanhuns da UFRPE to verify this hypothesis. The Analysis of the data showed a significant increase in the successes after the students' participation in the didactic sequence proposal. In spite of the inherent limitations of this study, we believed that the didactic sequence joining the use of CEK with TAS brings an important contribution as methodology for the teaching not only of astronomy as well as of other areas of the knowledge.

Keywords: Kelly's Cycle of Experiment. Theory of Personal Constructs. Theory of Meaningful Learning. Teaching of Astronomy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática do Ciclo da Experiência de Kelly.....	32
Figura 2 - Esquema mostrando como diferentes atividades podem se distribuir nas diversas formas de aprendizagem.	35
Figura 3 – Esquema ilustrando o processo de assimilação	37
Figura 4 – Esquema resumindo o processo de assimilação segundo Ausubel.....	38
Figura 5 – Modelo de um mapa conceitual.	45
Figura 6 – Mapa conceitual construído por um aluno sobre a Lua.	47
Figura 7 - Tela inicial do Stellarium	53
Figura 8 - Tela inicial do Celestia.....	54
Figura 9 - A esquerda uma imagem ilustrando o céu visto com a superfície e com a atmosfera, a direita a mesma imagem sem a superfície e a atmosfera.	55
Figura 10 - Imagem ilustrando as diferentes posições do nascer do Sol durante o ano.	56
Figura 11 - Representação da órbita da Terra frequentemente encontrada em livros didáticos	57
Figura 12 - Ilustração de diferentes elipses com excentricidades variadas.....	58
Figura 13 - Inclinação do eixo da Terra em relação ao plano de incidência dos raios solares.	59
Figura 14 - Imagem ilustrando como a parte da Terra iluminada pelo Sol varia no decorrer do ano.....	59
Figura 15 - Esquema ilustrando o fenômeno das fases da Lua..	60
Figura 16 – Ilustração definindo o parâmetro d' correspondendo a parte iluminada da Lua. .61	
Figura 17 - Imagem ilustrando como a iluminação na superfície da Lua provocada pelo Sol varia com o passar dos dias.	63
Figura 18 – Alinhamento Sol – Terra – Lua	64
Figura 19 – Alinhamento Sol – Lua – Terra.	64
Figura 20 – Inclinação do plano da órbita da Lua em relação ao plano da Eclíptica.	66
Figura 21 - Imagem ilustrando um eclipse solar visto do espaço e visto da superfície da Terra	67
Figura 22 - Imagem ilustrando algumas telas do material potencialmente significativo	73
Figura 23 - Slides introdutórios sobre algumas características do Sol, Sistema Solar, Terra e Lua	73
Figura 24 - Slide introdutório sobre Translação e Rotação.....	74
Figura 25 - Slide sobre a forma da órbita de translação da Terra.....	74
Figura 26 - Slide com animação sobre as causas do Dias e das Noites	75
Figura 27 - Slides sobre as Estações do Ano.....	75
Figura 28 - Slides sobre as fases da Lua e sua rotação.	76
Figura 29 - Slides com animações ilustrando como acontecem os Eclipses.....	76
Figura 30 - Simulação de um Eclipse Solar Total realizado no Stellarium	77
Figura 31 - Animação sobre as causas dos Eclipses.	77
Figura 32 - Mapa conceitual elaborado por A1 na Etapa da Antecipação.....	103
Figura 33 - Mapa conceitual elaborado por A3 na Etapa da Antecipação.....	104
Figura 34 - Mapa conceitual elaborado por A4 na Etapa da Antecipação.....	105

Figura 35 - Mapa conceitual elaborado por A5 na Etapa da Antecipação.....	106
Figura 36 - Mapa conceitual elaborado por A1 na Etapa da Confirmação/Desconfirmação e Revisão construtiva.....	108
Figura 37 - Mapa conceitual elaborado por A3 na Etapa da Confirmação/Desconfirmação e Revisão construtiva.....	110
Figura 38 - Mapa conceitual elaborado por A4 na Etapa da Confirmação/Desconfirmação e Revisão construtiva.....	111
Figura 39 - Mapa conceitual elaborado por A5 na Etapa da Confirmação/Desconfirmação e Revisão construtiva.....	113

LISTA DE QUADROS, TABELAS E GRÁFICOS

Quadro 1 - Sinopse das propostas dos PCN para o ensino de Astronomia. Fonte: Leite (2005)	18
Quadro 2 - Descrição das características de cada fase da Lua.	62
Quadro 3 - Quantitativo das questões por assunto.	71
Quadro 4 - Resumo das etapas ocorridas em cada intervenção.	79
Quadro 5 - Delineamento da análise dos dados.	82
Quadro 6 - Questão de número 13, alternativas e quantitativo de resposta	87
Quadro 7 - Quantitativo de respostas da categoria Acertou com Certeza por aluno.	88
Quadro 8 - Sequência das etapas analisadas na discussão dos resultados.	93
Quadro 9 - Respostas dos alunos à terceira questão sobre o Organizador Prévio.	114
Quadro 10 - Respostas dos alunos à quarta questão sobre o Organizador Prévio.	115
Quadro 11 - Respostas dos alunos à quinta questão sobre o Organizador Prévio.	115
Quadro 12 - Respostas dos alunos à sexta questão sobre o Organizador Prévio	116
Quadro 13 - Respostas do questionário após a etapa do Encontro (primeira questão).	117
Quadro 14 - Respostas do questionário após a etapa do Encontro (segunda questão).	118
Quadro 15 - Respostas do questionário após a etapa do Encontro (terceira questão)	118
Quadro 16 - Respostas do questionário após a etapa do Encontro (quarta questão).	119
Quadro 17 - Respostas do questionário após a etapa do Encontro (quinta questão).	119
Quadro 18 - Respostas do questionário após a etapa do Encontro (sexta questão).	120
Quadro 19 - Respostas do questionário após a etapa do Encontro (sétima questão).	121
Quadro 20 - Respostas do questionário após a etapa do Encontro (oitava questão).	121
Quadro 21 - Respostas do questionário após a etapa do Encontro (nona questão).	122
Tabela 1- Dados gerados pelo XLSTAT 2010.	89
Tabela 2 - Dados gerados pelo XLSTAT 2010.	91
Gráfico 1 - Respostas dos alunos do primeiro (acima) e do último (abaixo) período no pré-teste piloto	85
Gráfico 2 - Classificação das respostas relativas ao pré-teste.	86
Gráfico 3 - Quantitativo das respostas no pós-teste.	87
Gráfico 4 - Histograma da distribuição da quantidade de Acertos com Certeza no Pré-Teste e Pós-Teste.	88
Gráfico 5 - Diferença entre o Pré-teste e o Pós-teste na categoria Erros com Certeza (por aluno)	91
Gráfico 6 - Respostas do pré-teste de A1.	94
Gráfico 7 - Respostas do pós-teste de A1.	95
Gráfico 8 - Respostas do pré-teste de A3.	96
Gráfico 9 - Respostas do pós-teste de A3	97
Gráfico 10 - Respostas do pré-teste de A4.	98
Gráfico 11 - Respostas do pós-teste de A4	99
Gráfico 12 - Respostas do pré-teste de A5.	100

Gráfico 13 - Respostas do pós-teste de A5.	101
---	-----

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	20
1.2	OBJETIVO GERAL	20
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	A TEORIA DOS CONSTRUTOS PESSOAIS DE KELLY: UMA TEORIA COGNITIVA DA PERSONALIDADE.....	23
2.1.1	Kelly e sua perspectiva sobre o homem e o universo	23
2.1.2	A Teoria dos Construtos Pessoais	24
2.1.3	Os Corolários da TCP	25
2.1.4	O Ciclo da Experiência de Kelly (como aprendemos na visão de Kelly)	30
2.2	A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL.....	33
2.2.1	Tipos de Aprendizagem significativa	35
2.2.2	Teoria da assimilação: Como aprendemos numa perspectiva ausubeliana	36
2.2.3	Tipos de Aprendizagem	38
2.2.4	A Diferenciação Progressiva e a Reconciliação Integradora	40
2.2.5	Como facilitar a Aprendizagem Significativa	41
2.2.6	Os Organizadores Prévios	41
2.3	O CICLO DA EXPERIENCIA KELLYANA E ESTRATÉGIAS INSTRUCCIONAIS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA. 47	
2.4	O ENSINO DE ASTRONOMIA E SOFTWARES EDUCATIVOS: LIMITAÇÕES E POSSIBILIDADES	51
2.4.1	Programas livres para o ensino de Astronomia	53
2.4.2	Os Dias e as Noites	54
2.4.3	As Estações do Ano	56
2.4.4	As Fases da Lua	59
2.4.5	Os Eclipses	63
3	METODOLOGIA	69
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	69
3.2	AMBIENTE E SUJEITOS DA PESQUISA	70
3.3	INSTRUMENTOS DE PESQUISA	70
3.3.1	Elaboração do questionário do pré-teste e pós-teste	70

3.3.2	Elaboração do organizador prévio	71
3.3.3	Elaboração do Material Potencialmente Significativo	72
3.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	78
3.4.1	Descrição das Etapas	78
3.5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA ANÁLISE DOS DADOS	81
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	84
4.1	ANÁLISE DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE GERAL	84
4.1.1	Pré-Teste	84
4.1.2	Pós-teste	87
4.2	ANÁLISE INDIVIDUAL DE CADA ETAPA	92
4.2.1	Análise do Pré-teste e Pós-teste	93
4.2.2	Mapas da Antecipação	101
4.2.3	Confirmação, Desconfirmação e Revisão Construtiva	107
4.2.4	Investimento	114
4.2.5	Encontro	116
5	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	124
6	REFERÊNCIAS	127
	APÊNDICES	132
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE.....	133
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA ETAPA DO INVESTIMENTO	140
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DA ETAPA DO ENCONTRO	141
	APÊNDICE D – TEXTO UTILIZADO COMO ORGANIZADOR PRÉVIO	143
	APÊNDICE E – TABELA COM AS RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE.....	146
	APÊNDICE F – TABELA COM AS RESPOSTAS DO PÓS-TESTE	147
	APÊNDICE G – MAPA CONCEITUAL SOBRE O SISTEMA SOL-TERRA-LUA	148
	APÊNDICE H – TRABALHO APRESENTADO NO ENPEC 2009.....	149
	ANEXOS	160
	ANEXO A – CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS SEGUNDO NOVAK (1996)	161
	ANEXO B – MODELO DE PONTUAÇÃO SEGUNDO NOVAK (1996).....	162

1 INTRODUÇÃO

Desde épocas remotas a Natureza fascina o homem. O ar, a água, o fogo, a terra e os seres que nela vivem eram motivos de admiração e respeito, coisas sagradas a partir dos quais o ser humano enxergava sua própria sobrevivência. Entretanto, talvez mais curioso que os fenômenos que aconteciam na superfície da Terra, eram aqueles que aconteciam nos céus e que pareciam influenciar os acontecimentos cotidianos. Assim, a partir da observação dos fenômenos celestes nasce a Astronomia (CANIATO; HAMBURGER; CHRISPINO, 1989). Ainda hoje, esse encantamento permanece. Alguns dedicam suas vidas à análise dos corpos celestes, outros preferem apenas admirar o espetáculo proporcionado pelas estrelas, planetas, cometas e outros corpos celestes que constituem o Universo.

Nossa “casa” nesse imenso Universo é o planeta Terra. Desse planeta observamos como os corpos celestes são responsáveis por alguns fenômenos que, de tão habituados, não nos damos conta de como eles estão relacionados. O dia e a noite, os eclipses, as Estações do Ano são alguns dos fenômenos que têm como causa a posição relativa do Sol, da Terra e da Lua, que neste trabalho iremos nos referir como Sistema Sol-Terra-Lua.

Quando crianças, antes mesmo da idade escolar, somos levados a olhar para o céu e identificar, durante a noite, um enorme astro que muda sua aparência com certa regularidade. Dessa forma, somos apresentados à Lua, da mesma maneira também nos são apresentados alguns pontos brilhantes, que passamos a chamar de estrelas. Durante o dia, percebemos que prevalece no céu uma enorme “bola de fogo”, que passamos a chamar de Sol. Assim, seria formado um primeiro modelo do universo: a Terra, lugar onde vivemos; a Lua e as estrelas reluzindo à noite e o Sol durante o dia.

Ao entrar na escola, as crianças passarão a ter contato com conceitos considerados pela comunidade científica como corretos. Para algumas delas, será sua principal oportunidade de explicitar seus conceitos e suas curiosidades a respeito do Sol, da Terra e da Lua. Sabendo da importância que têm esses conceitos para a vida cotidiana, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1999) recomendam o ensino de Astronomia, particularmente da 6^a a 9^a séries do ensino fundamental, a partir do eixo temático Terra e Universo. Os PCN sugerem que o professor trabalhe atividades práticas com os alunos, tais como, construir instrumentos simples semelhantes aos primitivos relógios de Sol, gnômons, realizar observações do Sol, Lua, estrelas e meteoros, marcando suas observações e dados (BRASIL,

1999). Abaixo (Quadro 1) segue um quadro sinóptico sobre os conteúdos de Astronomia sugeridos pelos PCN.

Terceiro Ciclo	Quarto Ciclo
<ul style="list-style-type: none"> - Observação direta: nascimento e ocaso do Sol, Lua e estrelas. Reconhecer a natureza cíclica. Calendário. - Sistema Solar e outros corpos celestes. Planetas, cometas e uma concepção de Universo. - Caracterização da constituição da Terra e das condições de existência da vida - Conhecimento dos povos antigos para explicação de fenômenos celestes 	<ul style="list-style-type: none"> - Observação direta: constelações, estrelas. Distância cosmológica. - Atração Gravitacional. Marés e órbitas. - Estações do ano, fases da Lua e eclipses: observações e modelo explicativo. - Modelo Heliocêntrico. - Modelo Geocêntrico. - Modelo de formação da Terra.

Quadro 1 - Sinopse das propostas dos PCN para o ensino de Astronomia. Fonte: Leite (2005)

Se, por um lado as recomendações propostas pelos PCN fornecem orientações valiosas, por outro, temos que levar em consideração o resultado de pesquisas (LANGHI; NARDI, 2005; LEITE; HOSOUME, 2007; PINTO; FONSECA; VIANNA, 2007) em que os autores afirmam que os professores de Ciências geralmente possuem pouca ou nenhuma familiaridade com a abordagem científica do conteúdo de Astronomia, levando o professor a trabalhar suas próprias concepções, muitas vezes errôneas, com seus alunos.

Percebemos, então, a importância de se ter um professor com sólidos conhecimentos sobre os fenômenos relativos à Astronomia. No entanto, analisando a literatura, percebemos que apesar de vários trabalhos descreverem dificuldades no ensino/aprendizagem de Astronomia nos diversos níveis de escolaridade, poucos se detiveram a elaborar seqüências didáticas que auxiliassem na compreensão de conceitos relativos a esses fenômenos astronômicos.

“[...] não basta que os cursos de formação inicial ou continuada privilegiem a capacitação em termos de conteúdos, divorciados das metodologias de ensino correspondentes; o grande desafio é a questão da transposição didática, ou seja, investir também, concomitantemente, no conhecimento pedagógico do conteúdo.” (LANGHI;NARDI, 2005. p10)

Percebemos na citação anterior a importância dada pelos autores a cursos de formação que visem uma integração entre metodologia e conteúdo específico.

É para esse aspecto que este trabalho pretende apresentar uma contribuição, buscando investigar uma seqüência didática que auxilie no aprendizado dos fenômenos ligados a Astronomia.

O Ciclo da Experiência de Kelly como proposta metodológica

O Ciclo da Experiência de Kelly (CEK) é originado a partir da Teoria dos Construtos Pessoais de George Kelly. A teoria de Kelly é uma teoria da personalidade, ou seja, seu objetivo central é descrever e entender o comportamento humano. Algumas vertentes das teorias da personalidade tratam a aprendizagem em segundo plano, isso não acontece com a teoria de Kelly onde podemos notar a ênfase dada ao desenvolvimento cognitivo (FERREIRA, 2005). A aprendizagem, segundo Kelly, se dá através da sucessão de cinco etapas de um ciclo, objetivando uma mudança no sistema de construção do indivíduo. As cinco etapas do ciclo nomeadas como: Antecipação, Investimento, Encontro, Confirmação ou Desconfirmação e Revisão Construtiva, serão abordadas com mais detalhe no decorrer deste trabalho. Inicialmente o CEK não foi proposto como seqüência didática, no entanto, encontram-se trabalhos na literatura que seguiram essa direção, obtendo bons resultados no que diz respeito à compreensão de temas relacionados à física, tais como, concepções de movimento retilíneo uniforme e comportamento dual da luz (ROCHA, 2005), (FERREIRA, 2005). No entanto, podemos nos perguntar quais estratégias instrucionais utilizar em cada uma das etapas do ciclo?

Ausubel (1968) em sua Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) descreve algumas estratégias facilitadoras da aprendizagem. Para Ausubel (1968), o aluno aprende algo significativamente quando ele consegue relacionar de maneira não literal e não arbitrária o novo conceito a ser aprendido com sua estrutura cognitiva. Assim, é necessário que o aluno possua elementos relevantes em sua estrutura cognitiva que possam ser relacionados com o novo conteúdo a ser aprendido. A esses conceitos relevantes Ausubel chama de subsunçores. Com esse pressuposto, Ausubel sugere o uso de estratégias como os organizadores prévios, os materiais potencialmente significativos e o uso da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora que originou os mapas conceituais (NOVAK, 1996). Os pormenores de cada uma dessas estratégias serão tratados no capítulo destinado à fundamentação teórica.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Nosso problema de pesquisa está centrado em duas perspectivas. Uma delas levará a uma discussão teórica através da qual queremos responder em que medida é possível incorporar estratégias instrucionais derivadas da Teoria da Aprendizagem Significativa ao Ciclo da Experiência de Kelly. A outra perspectiva terá um cunho mais empírico, e nela avaliaremos se o uso do Ciclo da Experiência de Kelly juntamente com estratégias instrucionais derivadas da Teoria da Aprendizagem Significativa, como sequência didática, pode favorecer a compreensão de conceitos relativos ao Sistema Terra-Sol-Lua.

1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é analisar a incorporação de estratégias instrucionais derivadas da Teoria da Aprendizagem Significativa às etapas do Ciclo da Experiência de Kelly e sua utilização como sequência didática para o ensino de Astronomia.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A fim de alcançar o objetivo geral serão traçados os seguintes objetivos específicos:

Identificar quais estratégias instrucionais derivadas da Teoria da Aprendizagem Significativa melhor correspondem às características descritas em cada etapa do Ciclo da Experiência de Kelly, analisando a contribuição de cada etapa do ciclo para o ensino de Astronomia.

Investigar atividades realizadas com uso de softwares educativos na construção do material potencialmente significativo em Astronomia.

Investigar a contribuição da sequência didática proposta como facilitadora da compreensão de conceitos relativos ao Sistema Sol-Terra-Lua.

Para a realização desta pesquisa, escolhemos os conteúdos relativos a fenômenos que envolvem o Sol, a Terra e a Lua, referidos como Sistema Sol-Terra-Lua. Dentre os fenômenos relacionados a esse sistema iremos nos deter mais especificamente ao estudo dos Eclipses, das causas dos dias e das noites, das fases da Lua, das concepções sobre características físicas do Sol, Terra e Lua e das Estações do Ano. Esses temas foram escolhidos por serem fenômenos mais presentes no cotidiano e que apesar disso, apresentam grandes dificuldades no seu aprendizado como vem sendo destacado em diversas pesquisas, tais como: Nardi (1996), Barrabín (1995), Camino (1995), Vosniadou e Skopeliti (2005), Andrade (2009).

Para escolha dos sujeitos da pesquisa, levamos em consideração a orientação da Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996) a qual indica que os professores que atuam nas séries iniciais do ensino fundamental devem possuir o curso de Licenciatura em Pedagogia. Consideramos também as pesquisas que mostram a importância de se trabalhar os conteúdos de Astronomia com o futuro professor ainda na sua formação inicial (LANGHI; NARDI, 2005), (LEITE; HOSOUME, 2007), (LANGHI, 2004).

HIPÓTESES

Após esclarecermos as delimitações deste trabalho, podemos elencar as hipóteses de pesquisa.

Nossa primeira hipótese é que podemos incorporar estratégias instrucionais da TAS especificamente a cada uma das etapas do CEK, de forma a potencializar o objetivo de cada etapa.

Nossa segunda hipótese é que uma sequência didática proposta a partir da união das estratégias instrucionais da TAS com as etapas do CEK trará ganhos significativos ao aprendizado sobre conceitos relativos à Astronomia.

Caso nossas hipóteses se confirmem, esta sequência didática poderia servir de modelo para aplicação em outros contextos ou mesmo com assuntos diferentes da Astronomia.

Como esta pesquisa tem uma relação direta com a Teoria da Aprendizagem Significativa, iremos organizar nosso trabalho partindo dos princípios dos organizadores prévios, da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora. Desta forma, este trabalho está organizado em cinco capítulos. Partindo do princípio ausubeliano dos organizadores prévios, foi apresentado no primeiro capítulo uma discussão sobre alguns aspectos do ensino de Astronomia, apresentamos um breve comentário sobre o Ciclo da Experiência de Kelly e

sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, para assim explicitarmos os objetivos e os problemas que nos propomos a investigar nesta pesquisa. As teorias citadas anteriormente serão progressivamente diferenciadas no segundo capítulo, em que iremos apresentar a fundamentação teórica que dá suporte a nossa pesquisa. Abordaremos os fenômenos relativos ao sistema Sol-Terra-Lua e continuaremos a discutir os aspectos principais da Teoria da Aprendizagem Significativa, da Teoria dos Construtos Pessoais da qual o CEK procede e, em seguida, faremos uma reconciliação integradora, na qual será discutida em que medida essas teorias podem se unir de forma a criar uma sequência didática que possa auxiliar no ensino de Astronomia. No terceiro capítulo discutiremos a metodologia utilizada para alcançar os objetivos propostos. O quarto capítulo será destinado à análise e interpretação dos dados construídos na pesquisa. Por fim, teremos o quinto capítulo, em que, nas considerações finais, destacaremos as conclusões deste trabalho e daremos sugestões para futuras pesquisas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A TEORIA DOS CONSTRUTOS PESSOAIS DE KELLY: UMA TEORIA COGNITIVA DA PERSONALIDADE.

George Alexander Kelly nasceu em 28 de Abril de 1905 nos Estados Unidos, graduou-se em Física e Matemática, concluiu o mestrado em Sociologia Educacional e doutorou-se em Psicologia. Durante a maior parte de sua carreira atuou como professor Psicologia na Ohio State University vindo a falecer em seis de Março de 1967.

Em 1955, Kelly escreve sua principal obra: a Teoria dos Construtos Pessoais (TCP). Neste livro, dividido em dois volumes, ele descreve sua teoria e a filosofia subjacente a essa nova forma de compreender o ser humano (KELLY,1955).

2.1.1 Kelly e sua perspectiva sobre o homem e o universo.

A teoria de George Kelly parte do pressuposto de que as pessoas atuam como cientistas, desenvolvendo teorias pessoais para compreender a realidade e fazendo antecipações. Desse modo, assim como os cientistas criam hipóteses, as pessoas criam expectativas. Continuando a metáfora, as pessoas, assim como os cientistas procuram prever e controlar eventos. Este fato não está relacionado a alguns sujeitos em especial, essa metáfora do homem-cientista é uma generalização para toda a humanidade (MOREIRA, 1999).

A concepção de ser humano, proposta por Kelly, leva a duas conseqüências que estão diretamente relacionadas com sua teoria. A primeira delas é que o ser humano é voltado para o futuro, ou seja, na previsão dos fatos que poderão ocorrer. Em segundo lugar, o ser humano passa a não somente reagir ao meio em que vive e sim possui a capacidade de representá-lo. Tal como um cientista cria suas teorias alternativas para um mesmo fenômeno, o individuo pode interpretar e reinterpretar seu ambiente (PERVIN,1978).

A base filosófica da Teoria dos Construtos Pessoais de George Kelly é o alternativismo construtivo. Segundo Kelly (1955), partimos do pressuposto de que todas as nossas interpretações do universo estão sujeitas a serem revistas e substituídas. Esse universo, na

visão de Kelly, está realmente existindo e o homem está gradualmente compreendendo-o (KELLY,1955). Acreditando que a correspondência entre o que realmente existe e o que as pessoas pensam que existe está continuamente mudando (MOREIRA, 1999).

2.1.2 A Teoria dos Construtos Pessoais

A Teoria dos Construtos Pessoais de George Kelly é uma teoria psicológica com bases epistemológica construtivista. A pessoa é a construtora de seu saber dentro de uma visão ativa do conhecimento. (BASTOS, 1992 apud. ROCHA, 2005).

O conceito principal dessa teoria é o de construto. Para Kelly os construtos são uma representação do universo ou parte dele, criada pela pessoa e confrontada com a realidade. Esses construtos são então testados de acordo com sua capacidade preditiva. O Homem ver o mundo através de moldes que ele tenta ajustar a realidade do mundo, nem sempre esses ajustes são bons o que o leva a aumentar seu repertório de construtos ou alterá-los para melhorar seu ajuste (KELLY, 1955).

Um construto pode ser considerado semelhante a uma teoria no sentido de que possui uma amplitude e um foco de conveniência. Um construto possui uma amplitude de conveniência na medida em que a pessoa usa tal construto para uma determinada quantidade de eventos. Já o foco de conveniência de um construto está relacionado a quais eventos o construto pode ser utilizado com seu maior aproveitamento (PERVIN, 1978)

Kelly também atribuía aos construtos uma característica dicotômica, possuindo um pólo de semelhança e um pólo de contraste. Ao vivenciar os eventos, as pessoas notam que alguns acontecimentos são semelhantes aos que foram vivenciados em ocasiões anteriores enquanto outros não. Assim as pessoas vão distinguindo as diferenças e semelhanças entre os eventos e essa construção de semelhanças e contrastes que levam a formação dos construtos (PERVIN, 1978). São esses pólos que ajudam a decidir se dois eventos são semelhantes ou não (BASTOS, 1998 apud. ROCHA, 2005).

Além da definição de construtos e de pólos dicotômicos, Kelly elabora um postulado fundamental e onze corolários definindo assim a base da TCP. Esse postulado diz que o os processos de uma pessoa estão psicologicamente canalizados pelas maneiras como tal pessoa antecipa os acontecimentos (KELLY, 1955).

Kelly usa o termo pessoa no sentido de considerar a pessoa por inteira e não alguma parte específica, grupo de pessoas ou alguma manifestação particular de comportamento. Essa pessoa é um ser dinâmico, em constante mudança, daí o termo processos. O termo psicologicamente significa que esses processos estão definidos no campo de atuação da psicologia, pois esse é o objetivo desta teoria. Os processos são estruturados como uma rede de caminhos que são flexíveis e frequentemente modificados, esses canais são estabelecidos como meios de se alcançar algum objetivo através dos modos pelos quais as pessoas inventam para atingir tais objetivos. Daí o uso dos termos canalizados pelos modos. Como na metáfora do homem cientista, a pessoa procura a previsão, sua rede de canais o leva em direção ao futuro de forma a poder antecipá-lo. A antecipação se dá sobre eventos reais e não tem um fim em si própria, ela tem por objetivo representar melhor os eventos futuros. É o futuro que provoca o homem é não o passado. (KELLY, sA1955)

2.1.3 Os Corolários da TCP

Corolário da Construção

“Uma pessoa antecipa eventos construindo suas réplicas.”
(KELLY, 1955, p.50, tradução nossa)

Kelly usa o termo construindo com o significado de “fazendo uma interpretação”, ou seja, a pessoa faz uma interpretação daquilo que construiu, erguendo uma estrutura dentro do qual o evento toma forma ou significado. Nessa construção a pessoa deve ser capaz de identificar construtos semelhantes ou contrastantes. Assim, uma mesma construção que serve para inferir semelhanças deve servir também para diferenciá-los dos outros. Sob um sistema que prevê apenas a identificação de semelhanças, o mundo se dissolve na homogeneidade; sob um sistema que prevê apenas a diferenciação, o mundo é estilhaçado irremediavelmente em fragmentos (KELLY, 1955). Na primeira hipótese a pessoa ficaria sem referência (tudo é semelhante), no caso da segunda, deixaria a pessoa em meio a uma série de mudanças da qual nada lhe parece familiar (tudo é diferente).

Corolário da Individualidade

“As pessoas diferem uma das outras nas suas construções de eventos.” (KELLY, 1955, p.55, tradução nossa)

Esse corolário é útil para responder a seguinte questão:

Porque duas pessoas exatamente na mesma situação reagem de formas diferentes?

A resposta para essa questão, na perspectiva da TCP, é que não há uma “mesma” situação, pois cada pessoa vê esse evento a partir de seu sistema de construtos pessoais. (BANISTER; FRANSSELA, 1986)

As pessoas devem ser vistas como diferentes umas das outras, não só por ter havido diferenças entre os eventos que elas tentaram antecipar, como também porque há diferentes formas de se antecipar a um mesmo evento. Isso significa que o mesmo evento terá diferentes significados e interpretações para cada pessoa que participou do evento. Isso não significa que não poderão compartilhar experiências. As pessoas podem compartilhar significados por meio da construção de experiência de seus interlocutores juntamente com as suas próprias (MOREIRA, 1999).

Corolário da Organização

“Cada pessoa, caracteristicamente, desenvolve, para sua conveniência na antecipação de eventos, um sistema de construção incorporando relações ordinárias entre construtos.” (KELLY, 1955, p.56, tradução nossa)

Diferentes construções, por vezes, podem levar a previsões incompatíveis. O homem, portanto, considera que é necessário desenvolver formas de antecipar eventos que transcendem contradições. Os homens não apenas diferem em suas construções de eventos, mas eles também diferem na forma como eles organizam suas construções de eventos. Um homem pode resolver os conflitos entre suas antecipações, por meio de um sistema crenças religiosas. Outro pode resolvê-los em termos de auto-preservação. O mesmo homem pode resolver seus conflitos de uma forma em um dado momento e de outra forma em um momento diferente. Tudo depende de como ele se posiciona para escolher uma perspectiva (KELLY, 2003)

O termo sistema e relações ordinárias na definição deste corolário indicam que os construtos estão inter-relacionados. Dentro do sistema de construção pode haver vários níveis de relação ordinais, com construtos subordinando ou superordenando outros formando uma estrutura hierárquica de construtos¹.

Corolário da Dicotomia

“O sistema de construção de uma pessoa é composto de um número finito de construtos dicotômicos.” (KELLY, 1955, p.59, **tradução nossa**)

Segundo o corolário da construção as pessoas são levadas a anteciparem os eventos com base em seus aspectos replicativos (MOREIRA, 1999). A escolha da pessoa de um aspecto em especial, determina tanto o que deve ser considerado similar quanto o que deve ser considerado contrastante. Assim Kelly supõe que todos os construtos possuem dois pólos dicotômicos, um pólo de afirmação (semelhança) e outro de negação (contraste).

Corolário da Escolha

“A pessoa escolhe para si aquela alternativa, em um construto dicotomizado, por meio da qual ela antecipa maior possibilidade de extensão e definição de seu sistema de construção.” (KELLY, 1955 p.64, **tradução nossa**)

Se os processos de uma pessoa são psicologicamente canalizados pelas maneiras em que ele prevê acontecimentos e essas maneiras se apresentam na forma dicotômica, segue-se que ele deve escolher entre os pólos de sua dicotomia uma forma que é prevista pela suas antecipações. Portanto, quando uma pessoa é confrontada com a possibilidade de fazer uma escolha ela tenderá a fazer essa escolha em favor da alternativa que parece oferecer a melhor base para a antecipação os acontecimentos que se seguiram (KELLY, 1955).

Corolário do Âmbito

¹ Ausubel fala de uma estrutura cognitiva hierárquica com conceitos subordinados e subordinantes.

“Um construto é conveniente apenas para a antecipação de um âmbito limitado de eventos.” (KELLY, 1955, p.68, **tradução nossa**)

Assim como um sistema ou uma teoria tem um foco e uma faixa de conveniência, um construto pessoal também tem seu foco e sua faixa de conveniência. Existe pouco ou nenhum construto pessoal que se pode dizer que seja relevante para tudo (KELLY, 1955). Um construto como “alto vs baixo” possui um grande âmbito de conveniência, no entanto ele possui um limite como, por exemplo, esse construto não seria aplicável as condições climáticas, não faz sentido dizer “tempo alto” ou “tempo baixo” (KELLY, 2003).

Corolário da Fragmentação

“Uma pessoa pode empregar, sucessivamente, uma variedade de subsistema de construção que são inferencialmente incompatíveis entre si.” (KELLY, 1955, p.83, **tradução nossa**)

Novos construtos não são necessariamente derivações diretas de velhos construtos da pessoa. É possível que certos pensamentos de uma pessoa hoje, não possam ser inferidos diretamente do que ela pensava ontem. No entanto, também é possível que um novo construto tenha como precursor um velho construto, ainda assim, a relação é colateral e não linear, ou seja, o velho e o novo podem coexistir mesmo sendo inferencialmente incompatíveis entre si. Um homem pode passar de um ato de amor a um ato de ciúmes, e de lá para um ato de ódio, mesmo que o ódio não seja algo que poderia ser inferida a partir do amor, mesmo em seu sistema peculiar. Este é o tipo de realidade psicológica a que o Corolário Fragmentação chama a atenção em particular. (KELLY, 2003)

Corolário da Comunalidade

“Na medida em que uma pessoa emprega uma construção da experiência que é similar àquela empregada por outra pessoa, seus processos psicológicos são similares ao da outra pessoa.” (KELLY, 1955, p.90, **tradução nossa**)

Com esse corolário Kelly explica que é possível que duas pessoas hajam de maneiras semelhantes mesmo se forem submetidas a estímulos diferentes. Ou seja, é na similaridade na construção de eventos que encontramos base para ações similares, não na identidade dos eventos em si (MOREIRA, 1999).

As pessoas pertencem ao mesmo grupo cultural, não apenas porque eles se comportam iguais, nem porque esperam que as mesmas coisas dos outros, mas especialmente porque eles interpretam sua experiência da mesma maneira. (KELLY, 1955).

Corolário da Sociabilidade

“Na medida em que uma pessoa constrói os processos de construção de outra, ela pode ter um papel em um processo social envolvendo a outra pessoa.” (KELLY, 1955, p.95, **tradução nossa**)

Este corolário enfatiza a importância de tentar compreender como as outras pessoas pensam, ou seja, deve-se ter aceitação pela maneira dessa pessoa ver o mundo. Bastos (1992 apud ROCHA, 2005), nos diz que tal fato se torna muito importante no processo de ensino-aprendizagem onde o que se observa na abordagem tradicional do ensino de ciências é que os alunos tentam compreender os processos de construção dos professores, no entanto não há essa preocupação da parte dos professores de como se dá o processo de construção dos alunos.

Corolário da Modulação

“A variação no sistema de construção de uma pessoa é limitada pela permeabilidade dos construtos dentro dos âmbitos de conveniência em que as variantes se situam.” (KELLY, 1955, p.77, **tradução nossa**)

Embora o Corolário da Experiência (será discutido mais adiante) sugira que uma pessoa pode rever suas construções com base em eventos e suas antecipações investida deles, há limitações que devem ser levadas em conta. Ela deve ter um sistema de construção que seja suficientemente aberto para novos eventos ou então o ciclo de experiência vai deixar de funcionar em sua fase terminal. Ela deve ter um sistema que permita a revisão construtiva que emerge no final do ciclo (KELLY, 2003). Esse corolário envolve a noção de permeabilidade de construtos, ou seja, um construto é permeável se admite dentro de seu âmbito de conveniência novos elementos que ainda não foram aí construídos (MOREIRA, 1999).

Corolário da Experiência

“O sistema de construção de uma pessoa varia à medida que ela constrói, sucessivamente, réplicas de eventos” (KELLY, 1955, p.72, **tradução nossa**)

Desde o postulado fundamental, há uma ênfase na importância da antecipação na TCP. A sucessão dos eventos ao longo do tempo convida a pessoa a um processo de validação. Como

as antecipações ou hipóteses são sucessivamente revistas em função da sequência do desenrolar dos acontecimentos, o sistema de construção passa por uma evolução progressiva, este processo Kelly chama de Experiência e ao constante processo de validação Kelly chama de Ciclo da Experiência (KELLY, 1955). O termo varia é necessário para que se enfatize que as mudanças nem sempre são “para melhor”, ou busca uma estabilidade (MOREIRA, 1999).

2.1.4 O Ciclo da Experiência de Kelly (como aprendemos na visão de Kelly)

O conceito de aprendizagem em uma perspectiva kellyana, surge a partir da noção de que o indivíduo representa o universo por meio dos construtos pessoais, com os quais formam um sistema de construção hierárquico, dinâmico e sujeito a alterações. O indivíduo cria construtos pessoais antecipando os eventos replicando-os, (corolário da construção), entretanto seu sistema de construção varia de acordo com o interpretar e reinterpretar dos eventos (corolário da experiência). Essa dinâmica de interpretação e reinterpretação, não modifica só os construtos, mas também há uma reorganização das hierarquias dos sistemas de construtos (corolário da organização) (MOREIRA, 1999; FERREIRA, 2005).

Para Kelly, todo esse processo dinâmico que leva a aprendizagem está descrito em um ciclo composto de cinco momentos: Antecipação, Investimento, Encontro, Confirmação ou Desconfirmação e Revisão Construtiva. Estes momentos sempre se repetem cada vez que o indivíduo reconstrói réplicas de um evento (KELLY, 1955).

Os eventos são antecipados de forma que o indivíduo passa por todos esses momentos, resumidamente descrito abaixo:

Antecipação:

É o momento em que o indivíduo usa seu sistema de construção para antecipar o evento elaborando suas hipóteses, ou seja, o indivíduo faz um levantamento dos conhecimentos que já possui sobre o determinado evento.

Para ilustrar como se processa cada etapa, vamos contextualizar com o tema da nossa pesquisa, definindo o evento sendo, por exemplo, o conceito de Estações do Ano. Quando o indivíduo é convidado a participar de uma aula sobre as Estações do Ano, ele começa a antecipar o que acontecerá nessa aula, criando réplicas de eventos semelhantes que ele já participou. Nesse ponto o indivíduo começa a avaliar quais conhecimentos já possui sobre as Estações do Ano e inicia a sua construção de hipóteses.

Investimento:

É caracterizado na busca de informações para que possa se fundamentar melhor para o encontro e participar de forma satisfatória do evento. Na situação proposta, a pessoa procuraria informações em revistas, livros, internet e outros meios de informação sobre os fenômenos envolvidos com as Estações do Ano.

Encontro:

Nesse momento do ciclo se dá o encontro com o evento propriamente dito. Esse evento pode ser uma aula, uma visita a um planetário, um vídeo educativo, ou seja, o evento é o momento onde será discutido o fenômeno das Estações do Ano.

Confirmação ou Desconfirmação:

Nesse momento a pessoa testa suas hipóteses confirmando-as ou desconfirmando-as. É importante ressaltar que esse momento acontece concomitante com o encontro. As hipóteses geradas nos momentos anteriores são postas a prova. Por exemplo, o aluno poderia acreditar que as Estações do Ano são causadas pela proximidade ou distância que a Terra se encontra do Sol durante o movimento de translação. No entanto, no momento do encontro, ele será apresentado à informação de que é a inclinação do eixo da Terra, juntamente com o movimento de translação que causa o fenômeno das Estações do Ano. Por tanto ele deverá confirmar a hipótese de que o movimento de translação está relacionado com esse fenômeno, mas deverá refutar a hipótese de que é a distância que a Terra se encontra do Sol que faz surgir as Estações do Ano.

Revisão construtiva

É o momento da revisão dos conhecimentos que foram construídos nos momentos anteriores. Nesse momento aconteceria uma retrospectiva dos pontos chaves estudados durante o encontro e esclarecida as dúvidas que surgiram ao longo do ciclo.

De forma sintética o esquema abaixo representa as cinco fases do CEK (Figura 1):

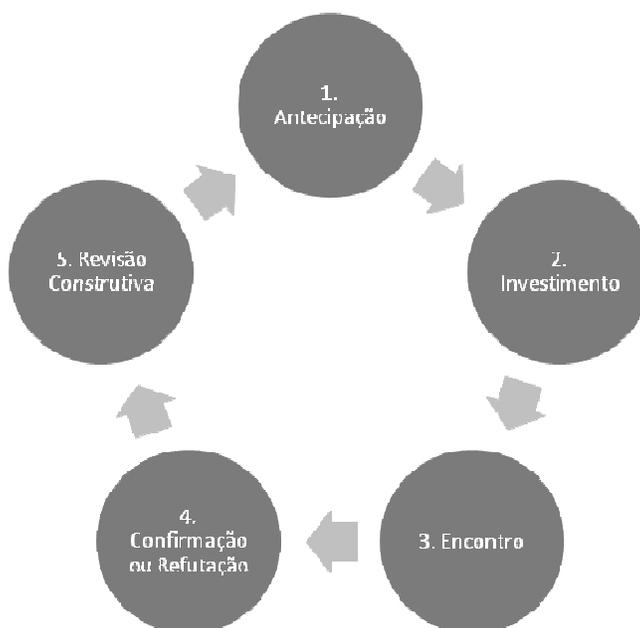


Figura 1 - Representação esquemática do Ciclo da Experiência de Kelly.

Então percebemos que, como se trata de um ciclo, as etapas vão se repetindo sempre que o indivíduo precisar formular novas hipóteses. Segundo Bastos (1998 apud ROCHA,2005):

“Para haver aprendizagem, é preciso engajar a pessoa nesse processo complexo, que se inicia com a fase da antecipação, quando a pessoa tenta antecipar o evento, utilizando os construtos que possui no seu sistema de construção. Após essa fase, dependendo de sua capacidade de construir a réplica do evento, a pessoa se engaja numa fase de investimento, quando ela se prepara para se encontrar com o evento. No evento propriamente dito, a pessoa checa suas teorias pessoais, o que conduz à confirmação ou desconfirmação das mesmas, seguida pela revisão dos pontos que geraram problemas” (BASTOS,1998 apud ROCHA,2005)

Certamente, seguindo a linha de raciocínio da TCP, a experiência não é composta de encontros únicos. Simplesmente, a quantidade de experiência de uma pessoa não se mede pelo número de eventos com os quais ela se choca, mas pelos investimentos que fez em suas previsões e as revisões de suas construções que seguiram em cima de sua atitude frente às conseqüências (Kelly, 2003).

Como foi inicialmente descrito, a teoria de Kelly não é uma teoria da aprendizagem propriamente dita, o que fazemos é considerar que a aprendizagem se dá na medida em que o sistema de construção do indivíduo muda segundo o Ciclo da Experiência. Veremos a seguir

outra perspectiva de aprendizagem a partir de uma teoria cognitivista voltada diretamente para o ensino e aprendizagem em sala de aula.

2.2 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL.

David Ausubel, nascido em 1918, na cidade de Nova York, graduou-se em Psicologia, tendo se destacado nas áreas de psicologia do desenvolvimento, psicologia educacional, psicopatologia e desenvolvimento do ego². A teoria da assimilação de David Ausubel, ou Teoria da Aprendizagem Significativa, é uma teoria cognitivista e procura explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento. Ausubel concentra-se principalmente na relação ensino/aprendizagem no contexto da sala de aula.

O conceito principal da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação é relacionada de maneira não arbitrária e substantiva com aspectos relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, a nova informação relaciona-se com conceitos que o aprendiz já conhece (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Para que ocorra a aprendizagem significativa Ausubel, Novak e Hanesian, (1980) elenca alguns fatores que eles consideram como primordiais:

O material a ser aprendido deve ser estruturado de forma lógica de modo que possa ser relacionável a estrutura cognitiva do aprendiz, um material com essas características é chamado de potencialmente significativo.

O aprendiz deve dispor em sua estrutura cognitiva de elementos relevantes que possam ser relacionados com o novo material a ser aprendido. Esses conhecimentos relevantes Ausubel chama de subsunçores ou conceitos âncoras. Nesses termos a aprendizagem é significativa quando a nova informação “âncora-se” nos conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA,1983)

Por fim, o aprendiz deve manifestar disposição para relacionar de forma não arbitrária e não literal o novo material a ser aprendido com sua estrutura cognitiva. Ou seja, por mais que o

² Ausubel DP. Ausubel. www.davidausubel.org; acessado em 10/02/2009.

material seja relacionável com a estrutura cognitiva do aprendente, não haverá aprendizagem significativa se o aprendiz apenas estiver disposto a memorizar de forma literal esse novo material. Isso pode ser estendido para as outras condições, não importa o quanto o aluno esteja motivado a aprender significativamente se o material não for relacionável de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do aluno. Quando contamos com o interesse do aluno não importa se na sala a recursos tecnológicos de última geração ou apenas quadro e giz, é possível que aconteça uma aprendizagem significativa receptiva quando houver condições do aprendiz transformar em significados psicológicos o conteúdo do material potencialmente significativo (TAVARES, 2003).

Um exemplo que ilustra o que Ausubel chama de aprendizagem significativa seria o de um aluno de ensino médio que aprendeu a Segunda Lei de Newton afirmando que a força é diretamente proporcional a aceleração adquirida por um corpo. Essa afirmação não poderá ser aprendida significativamente se o aprendiz não dispuser em sua estrutura cognitiva de conceitos como proporcionalidade, aceleração, massa e força e tentar relacioná-los na forma enunciada por Newton³.

Se o aprendiz apenas memoriza de forma automática a nova informação, ou seja, sem relacioná-la de forma não literal e não arbitrária a sua estrutura cognitiva ocorre o que Ausubel chama de Aprendizagem Mecânica ou Automática. Ausubel, Novak e Hanesian, (1980) descrevem a Aprendizagem Mecânica quando se dá associações puramente arbitrárias da nova informação a ser aprendida com a estrutura cognitiva do aprendiz ou quando este não possui o conhecimento prévio relevante necessário para que a tarefa de aprendizagem seja significativa.

Moreira (1983) enfatiza que apesar da aprendizagem significativa ser preferida por facilitar a aquisição, retenção e transferência de aprendizagem, em certas situações a aprendizagem mecânica pode ser necessária quando, por exemplo, estamos aprendendo algo em um campo de conhecimento totalmente novo para nós.

Além de distinguir entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica, Ausubel (2003) também faz uma distinção entre aprendizagem por descoberta e aprendizagem por recepção. Essa distinção se faz necessária para que não ocorra uma associação direta entre aprendizagem por descoberta com significativa e aprendizagem por recepção com mecânica. Vale ressaltar que a palavra receptiva não é sinônima de passiva, pois o mecanismo de

³ Em nível médio a 2ª lei de Newton é apresentada na forma de $F = ma$.

aprendizagem significativa é um processo intrinsecamente dinâmico (MOREIRA,1983). Segundo Ausubel (2003), na aprendizagem por recepção o conteúdo da aprendizagem apresenta-se ao aprendiz de forma acabada. Essa forma de aprendizagem não exige qualquer descoberta independente por parte do aprendiz, só lhe é exigido que interiorize o material a ser aprendido. Em contra partida, na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido não é dado de forma pronta, mas deve ser descoberto pelo aprendiz antes deste poder interiorizá-lo. Entretanto, uma aprendizagem por descoberta não implica que esta seja significativa, ou seja, se o aluno não relacionar o que descobriu com os conceitos relevantes em sua estrutura cognitiva o produto final seria a aprendizagem mecânica. Portanto não importa se o processo de aprendizagem for por recepção ou descoberta, numa perspectiva ausubeliana, só haveria aprendizagem significativa se houver relações não arbitrárias do novo conteúdo com a estrutura cognitiva do aprendiz Moreira (1983).

O esquema abaixo (Figura 2) ilustra como a aprendizagem significativa, mecânica, por descoberta e por recepção estão relacionadas em eixos diferentes e com um caráter contínuo entre elas. Além de mostrar essa relação Novak (1996) identifica como algumas atividades de aprendizagem estão distribuídas ao longo desses eixos contínuos.

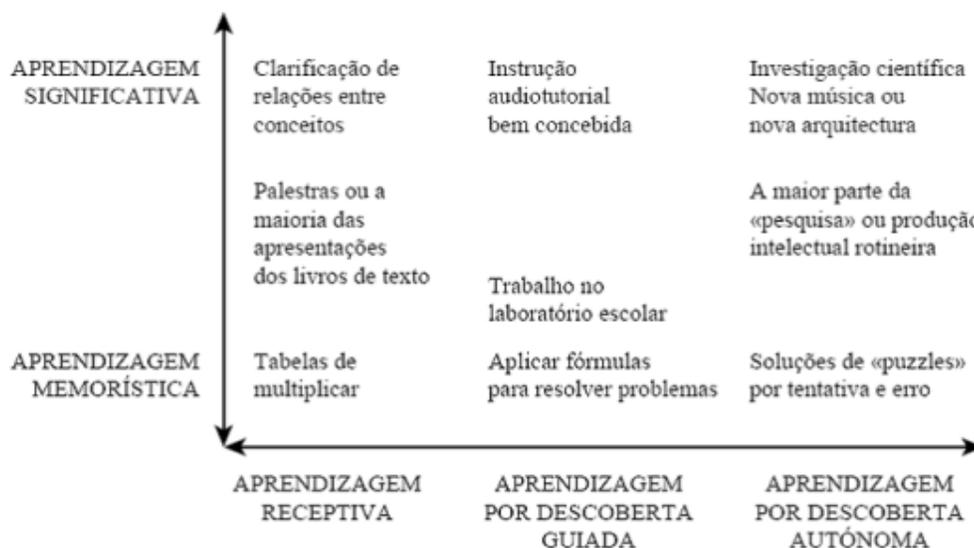


Figura 2 - Esquema mostrando como diferentes atividades podem se distribuir nas diversas formas de aprendizagem. Fonte: Novak (1996)

2.2.1 Tipos de Aprendizagem significativa

Ausubel (1980) distingue três tipos diferentes de aprendizagem receptiva significativa: a representacional, conceitual e proposicional.

A aprendizagem representacional, segundo Ausubel (2003), é a que mais se aproxima da aprendizagem por memorização. Esse tipo de aprendizagem envolve a atribuição de significados a determinados símbolos passando os símbolos a significar para o indivíduo aquilo que seus referentes significam. Quando uma criança aprende o som da palavra mãe e relaciona este som com sua mãe, para a criança este som passa a representar a sua própria mãe. Não se trata de uma simples associação, a criança relacionou de forma não arbitrária e substantiva esse som com idéias relevantes em sua estrutura cognitiva.

A aprendizagem conceitual se aproxima da representacional, a diferença é que os conceitos são genéricos e representam abstrações dos atributos essenciais dos referentes Moreira (1980). Utilizando o exemplo anterior, quando a criança adquire o significado mais abrangente da palavra mãe, esta passa a significar o conceito cultural de mãe, ou seja, a palavra mãe não representa só a mãe da criança e sim uma série de atributos que caracterizam o conceito de mãe.

Na aprendizagem proposicional, a questão não é a aprendizagem de uma palavra isolada e sim o significado de idéias em forma de proposição, ou seja, apesar da proposição ser constituída de conceitos a tarefa de aprendizagem está além do aprendido da soma dos significados dos conceitos isolados (MOREIRA, 1985)

2.2.2 Teoria da assimilação: Como aprendemos numa perspectiva ausubeliana

Para uma melhor compreensão da aquisição de significados na estrutura cognitiva, Ausubel enuncia o princípio da assimilação que para ele possui valor explicativo tanto para o fenômeno da memorização quanto para o processo de aprendizagem. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian, (1980), quando uma nova informação a é aprendida significativamente sendo relacionada com um aspecto relevante da estrutura cognitiva A , tanto a como A se interagem e se modificam formando o produto da interação $a'A'$. Sendo assim o que acontece na aprendizagem significativa não é apenas a assimilação de um novo conceito a' , mas também uma modificação dos conceitos âncoras (subsunoçores) presentes na estrutura cognitiva.

Moreira traz um ótimo exemplo da física para ilustrar o fato:

“[...] se o conceito de força nuclear deve ser aprendido por um aluno que já possui o conceito de força bem estabelecido em sua estrutura cognitiva, o novo conceito específico (força nuclear) será assimilado pelo conceito mais inclusivo (força) já adquirido. Entretanto, considerando que esse tipo de força é de curto alcance (em contraposição aos outros que são de longo alcance), não somente o conceito de força nuclear adquirirá significado, para o aluno, mas também o conceito geral de força que ele já tinha será modificado e torna-se á mais inclusivo (i.e, seu conceito de força incluirá agora também forças de curto alcance)” (MOREIRA, 1983, p38)

O esquema abaixo (Figura 3) ilustra o processo de assimilação descrito por Ausubel.

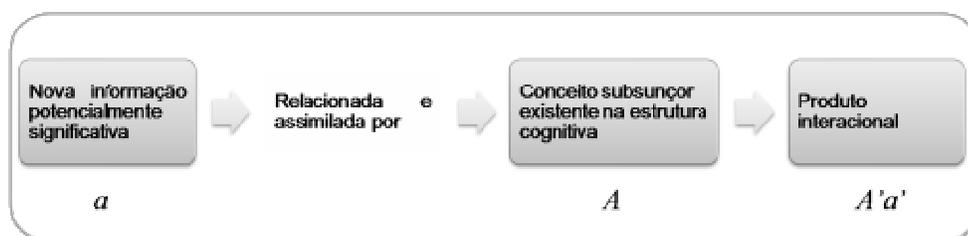


Figura 3 – Esquema ilustrando o processo de assimilação. Adaptado de Moreira (1983)

Para explicar como as idéias ficam disponíveis durante o período de retenção, Ausubel admite que o produto interacional $a'A'$ é dissociável em a' e A' durante um certo período de tempo variável, favorecendo assim a retenção de a' (MOREIRA, 1983)

Esse processo de assimilação não está apenas relacionado à aquisição e retenção de significados, o mecanismo de esquecimento de significados também tem uma relação com esse processo. As idéias tendem ao longo do tempo a serem assimiladas ou reduzidas pelos significados mais estáveis na estrutura cognitiva. As novas idéias começam a serem menos dissociáveis das idéias pré-existentes, ou seja, não seria possível reproduzi-las isoladamente podendo-se dizer que houve esquecimento (MOREIRA, 1980).

Ausubel chama o processo de diminuição da dissociação das novas informações das idéias-âncora de assimilação obliteradora. Com a evolução temporal desse processo atinge-se um grau nulo de dissociação fazendo com que o produto interacional $a'A'$ se reduza a A' . O

esquecimento seria uma parte do mesmo processo que facilita a aprendizagem de novas informações (MOREIRA, 1983).

O esquema abaixo (Figura 4) ilustra todo processo de assimilação discutido até aqui.

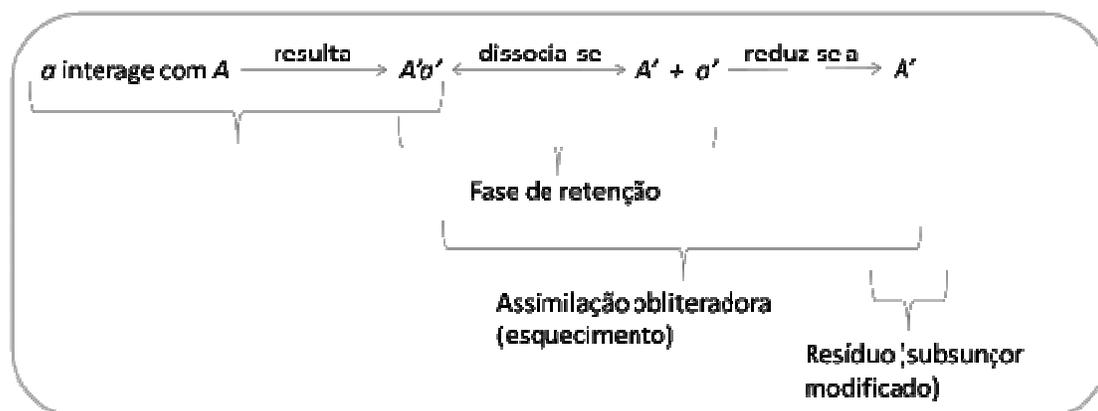


Figura 4 – Esquema resumindo o todo processo de assimilação segundo Ausubel. Fonte: Adaptado de Moreira (1983)

Em suma, a idéia principal da teoria da assimilação é que a nova informação se relaciona com a informação previamente aprendida pelo aprendiz. Vale então lembrar o princípio chave de toda teoria ausubeliana, *determine o que o aprendiz já sabe e ensine-o de acordo*.

Até aqui explanamos um pouco da teoria da assimilação como o processo de aquisição de novos significados, mas como se dá essa interação entre a nova informação e os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aluno? Ausubel, Novak e Hanesian, (1980) distinguem alguns tipos de interações como: subordinada, superordenada e combinatória. A distinção entre cada uma dessas formas de aprendizagem será discutida na próxima seção.

2.2.3 Tipos de Aprendizagem

2.2.3.1 A Aprendizagem Subordinada ou Subsunção

Como já discutido em vários tópicos deste trabalho, segundo Ausubel as novas informações potencialmente significativas se ancoram em aspectos relevantes, mais gerais e mais inclusivas na estrutura cognitiva do aprendiz. Esse processo de vinculação de novas

informações é chamado de aprendizagem subordinada ou Subsunção⁴(AUSUBEL,1968). Nesse caso, considerando que a estrutura cognitiva se apresenta de forma hierárquica, o que acontece é uma relação subordinada entre os novos conceitos (mais específicos) e os conceitos subordinantes (mais gerais) existentes na estrutura cognitiva, por sua vez, os conceitos que antes eram subordinados passaram a ser subordinantes continuando a manter sua característica hierárquica.

O processo de subsunção dos novos conceitos pode ser de forma derivativa ou correlativa. Na subsunção derivativa o novo conceito aprendido é um exemplo específico ou ilustrativo de um conceito ou proposição já aprendida anteriormente. Já na aprendizagem correlativa o novo material a ser aprendido é uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de conceitos ou proposições anteriormente aprendidos. Este seria o processo pelo qual freqüentemente uma nova informação é aprendida (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980). Em Moreira(1983) encontram-se dois exemplos sobre a subsunção derivativa e correlativa. Quando o aprendiz aprender os conceitos de campo de temperatura ou campo de pressão poderia ser uma aprendizagem derivativa se o aluno já possui o conceito de campo escalar. Quando o aprendiz identifica um campo produzido por um fluxo magnético variável como um campo elétrico induzido, este novo conceito irá se relacionar com o conceito de campo elétrico. Esse seria um exemplo de aprendizagem correlativa, pois essa nova informação não seria um simples exemplo possuindo características próprias e ao mesmo tempo modificando o conceito pré-existente.

2.2.3.2 Aprendizagem Superordenada ou Subordinante.

A aprendizagem Superordenada ou Subordinante acontece quando o indivíduo aprende uma nova proposição mais geral e inclusiva, a qual se pode subordinar várias idéias menos inclusivas pré-existentes na estrutura cognitiva. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian, (1980), a aquisição de significados subordinantes ocorre de modo mais comum na aprendizagem conceitual do que na proposicional. Por exemplo, uma criança que aprende os conceitos de cão, gato, leão, etc. e mais tarde, aprende o conceito de mamífero, então os conceitos previamente aprendidos assumem a condição de subordinados ao conceito de mamífero Moreira(1983). Podemos perceber que na aprendizagem subordinada primeiro deve-se

⁴ Como aponta Moreira (1983) a palavra “subsunção” é uma tentativa de traduzir a palavra inglesa “subsumer”.

aprender os conceitos mais gerais e, em seguida, os mais específicos, já na aprendizagem Superordenada acontece o inverso, primeiro se aprende os conceitos mais específicos e depois os mais gerais.

2.2.3.3 Aprendizagem combinatória

Quando novas proposições não apresentam uma relação subordinativa e subordinante com algum aspecto relevante da estrutura cognitiva, ou seja, nem pode assimilar nem ser assimilada pelas idéias pré-existentes, surge o que Ausubel(1968) chama de significado combinatório ou aprendizagem combinatória.

Percebemos então que o construto fundamental na teoria de Ausubel é o da estrutura cognitiva, sendo, por hipótese, uma estrutura hierarquicamente organizada no qual os conceitos mais inclusivos estão nas posições superiores e os conceitos menos inclusivos na base dessa estrutura (ARAGÃO,1976). Partindo dessa hipótese podemos introduzir o conceito de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

2.2.4 A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são dois processos relacionados que ocorrem durante a aprendizagem significativa, sendo que o primeiro está diretamente envolvido com a aprendizagem subordinada e o segundo com as aprendizagens superordenada e combinatória (MOREIRA,1983).

Como já foi explanado, na aprendizagem subordinada os conceitos estão constantemente sendo elaborados e modificados adquirindo novos significados resultando na diferenciação progressiva dos conceitos subsunsores. Por outro lado, na aprendizagem superordenada pode acontecer de que idéias que antes não estavam relacionadas, no decorrer da instrução, serem reconhecidas como conectadas. A esse processo de recombinação de informações existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, Ausubel(1968) dá o nome de reconciliação integrativa. A aplicabilidade dos conceitos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora possui grande importância na organização da instrução numa perspectiva ausubeliana e serão melhor discutidas na seção destinada a este tópico.

2.2.5 Como facilitar a Aprendizagem Significativa.

Nessa breve discussão sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa ficou explicitada a importância dada por Ausubel ao que o aprendiz já sabe, ou seja, aos subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Uma das condições para ocorrer a aprendizagem significativa é que o aluno possua conceitos relevantes (subsunçores) para que a nova informação possa se “ancorar” de forma não arbitrária e significativa. No entanto sabemos que nem sempre o aprendiz possui os subsunçores adequados para que seja possível a aprendizagem significativa. O que fazer para amenizar essa situação? Novak (apud MOREIRA,1983) sugere que a aprendizagem mecânica é sempre necessária quando o indivíduo está adquirindo novas informações de um campo de conhecimento novo para ele. Então a aprendizagem mecânica seria o principal mecanismo de aprendizagem até que essas novas informações sirvam de subsunçores, mesmo que pouco elaborados, para novos conhecimentos. Por outro lado Ausubel (1968) sugere a utilização dos organizadores prévios também chamados de organizadores avançados como uma estratégia de manipulação da estrutura cognitiva de forma a oferecer idéias que servirão de subsunçores para o material de aprendizagem propriamente dito.

2.2.6 Os Organizadores Prévios

Os organizadores prévios são materiais apresentados num nível de abstração mais elevado, maior generalidade e inclusividade, do que o material a ser aprendido (Ausubel,1968). Os resumos e introduções geralmente são apresentados no mesmo nível de abstração e generalidade que o material de aprendizagem, enfatizando os pontos principais e omitindo pontos secundários. Segundo Ausubel a principal função dos organizadores prévios é o de “preencher o hiato entre o que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta (AUSUBEL, 2003).

No entanto quando se fala sobre o que o aluno já sabe estamos falando de sua estrutura cognitiva e sabemos que isso é uma característica pessoal, então se tratando de sala de aula, onde temos dezenas de alunos, como podemos utilizar os organizadores prévios?

Para responder a essa pergunta Ausubel reforça a característica principal dos organizadores:

De forma a funcionar eficazmente para uma variedade de aprendizes, sendo que cada um possui uma estrutura cognitiva de algum modo idiossincrática, e a fornecer ou alterar idéias ancoradas a um nível subordinante, *apresentam-se os organizadores a um nível mais elevado de abstracção, generalidade e inclusão do que os novos materiais a serem apreendidos.* (AUSUBEL, 2003. p 11)

O efeito dos organizadores prévios é um dos aspectos mais pesquisados da teoria de Ausubel (MOREIRA,1983). Ausubel, Novak e Hanesian, (1980) citam uma resenha de 32 trabalhos sobre pesquisas relacionadas aos organizadores prévios realizada por Barnes e Clawson(1975) que mostra resultados inconclusivos sobre o efeito facilitador dos organizadores na aprendizagem significativa. Uma das críticas direcionadas aos organizadores é que Ausubel não o definiu de forma clara, e assim, diferentes pesquisadores possuem diferentes conceitos do que é um organizador. No entanto, Ausubel se defende dizendo que:

“Além de descrever os organizadores prévios em termos gerais como um exemplo adequado, não se pode ser mais específico; porque a construção de um dado organizador sempre depende da natureza do material de aprendizagem, da idade do aprendiz e do seu grau de familiaridade prévia com a passagem a ser aprendida” (Ausubel;Novak;Hanesian, 1980, pg 147).

Os organizadores prévios também podem ser usados para promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora (MOREIRA,1983). Para auxiliar na diferenciação progressiva podem-se usar diversos organizadores hierarquicamente distribuídos de forma a se iniciar com os mais gerais e em seguida apresentar o material mais detalhado e diferenciado. Para a reconciliação integradora, os organizadores devem explicitar de que maneira as idéias supostamente já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz se relacionam de maneira similar ou diferente com as novas idéias a serem aprendidas.

2.2.6.1 Material Potencialmente Significativo

Ausubel, quando define as três condições para a aprendizagem significativa, fala que o material deve ser potencialmente significativo. O que seria esse material?

Um material é dito potencialmente significativo quando este material pode ser relacionável de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do aluno (AUSUBEL, 1968). Para que isso aconteça são necessárias duas condições:

A primeira condição é que o material deve ser apresentado de maneira lógica, ou seja, o material deve estar organizado de forma que seja possível fazer sentido ao aluno. Essa condição é inerente ao material, por exemplo, uma lista aleatória de adjetivos pode fazer sentido se cada palavra for lida individualmente, mas se a tarefa de aprendizagem for aprender significativamente essas palavras, podemos perceber que a tarefa como um todo não se apresenta como potencialmente significativa, pois essa lista de adjetivos como um todo possui uma base aleatória (AUSUBEL, 2003).

A segunda condição é que o aluno deve possuir elementos em sua estrutura cognitiva que sejam relacionáveis com o material em questão. Nesta condição se enfatiza que o material potencialmente significativo depende não só da forma como o material é organizado, mas também se a estrutura cognitiva do aluno é capaz de relacionar esse material de forma não literal e não arbitrária. Sobre isso Ausubel diz que:

“Assim, para que a aprendizagem significativa ocorra de facto, não é suficiente que o novo material seja simplesmente relacional, de forma não arbitrária e não literal, com ideias correspondentes relevantes no sentido mais geral ou abstracto do termo (a ideias correspondentes relevantes que alguns seres humanos conseguiam apreender em circunstâncias apropriadas); também é necessário para a aprendizagem significativa que o conteúdo ideário relevante esteja disponível na estrutura cognitiva do aprendiz em particular, para satisfazer esta função de subsunção e de ancoragem.” (AUSUBEL, 2003.p 74)

Assim, a interação do material apresentado com os elementos relevantes da estrutura cognitiva do aluno dá origem aos significados psicológicos. Como a natureza da estrutura cognitiva é única, todos os significados adquiridos também são únicos (AUSUBEL, 2003). Daí a ênfase de se chamar o material de potencialmente significativo. O adjetivo potencialmente vem destacar que o material tem potencial a ser significativo e não que ele é significativo por si só. Se o material já fosse significativo os mecanismos de aprendizagem utilizados pelo aluno seriam supérfluos, pois se o material já é significativo a aprendizagem significativa já estaria concretizada por definição.

Podemos então concluir que para elaboração de um material potencialmente significativo devemos observar essas duas condições citadas anteriormente. A segunda condição está

relacionada a um fator externo ao material, ou seja, depende da estrutura cognitiva do aluno e não da estrutura do material em si. Dessa forma cabe ao professor diagnosticar e tentar, segundo Ausubel (2003), manipular a estrutura cognitiva do aluno através do uso de organizadores prévios. Assim, teoricamente, após o uso dos organizadores prévios, o aluno teria os subsunsores adequados a serem relacionados com o material elaborado pelo professor.

A primeira condição é relacionada diretamente na elaboração do material, cabe então ao professor estruturar o material de forma a ter um encadeamento lógico seguindo o processo de diferenciação onde o conceito mais geral e inclusivo é apresentado no início e depois sendo progressivamente diferenciado. Além disso também é importante que o material promova a integração entre as partes, mostrando em que ponto são semelhantes ou diferentes.

Uma estratégia facilitadora que pode auxiliar nesse processo de diferenciação e integração são os mapas conceituais (MOREIRA, 1980).

2.2.6.2 Os Mapas Conceituais

Os mapas conceituais têm por objetivo explicitar relações entre conceitos em forma de proposições (NOVAK, 1996). Mais especificamente poderiam ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de um corpo de conhecimento ou de parte dele (MOREIRA, 2006). Na ilustração abaixo (Figura 5), podemos ver um modelo de mapeamento conceitual seguindo o princípio ausubeliano da diferenciação progressiva, ou seja, os conceitos mais gerais e mais inclusivos devem aparecer no topo do mapa conceitual, enquanto os conceitos mais específicos vão sendo diferenciados ao longo da hierarquia podendo aparecer exemplos na base do mapa.

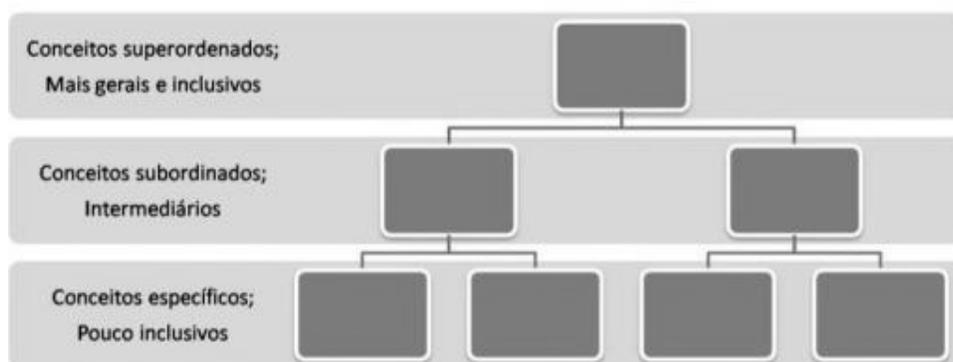


Figura 5 – Modelo de um mapa conceitual.

Apesar da organização vertical e partir do princípio da diferenciação progressiva, se tratando do aspecto instrucional, um mapa não deve ser estudado unicamente de “cima” para “baixo”. Essa observação deve-se ao fato de Ausubel, Novak e Hanesian (1980) enfatizarem que além de se programar a instrução de forma a partir dos conceitos mais gerais para os mais específicos, deve-se também atentar para o fato de relacionar conceitos através de semelhanças e diferenças, reconciliando inconsistências reais ou aparentes (MOREIRA, 2006). Nesse caso entra em ação outro princípio ausubeliano chamado de reconciliação integradora, segundo Novak (1996), a maneira correta seria uma instrução que “subisse” e “descesse” na estrutura conceitual do determinado conteúdo. Explorando assim as relações de subordinação e superordenação entre os conceitos. Uma forma de facilitar essas relações de subordinação e superordenação entre conceitos é a utilização de mapas conceituais.

Não há uma única forma de se traçar os mapas, até mesmo especialistas em uma determinada área traçarão mapas com algumas diferenças entre os conceitos. Portanto, é importante salientar que o mapa construído não deve ser encarado como o único possível. Quanto à organização hierárquica os mapas podem ter uma, duas ou três dimensões. Uma lista de conceitos organizados linearmente é um exemplo de mapa unidimensional, um mapa de três dimensões, apesar de possibilitar uma maior quantidade de relações entre conceitos, no entanto se torna inviável, segundo Moreira (2006) um mapa com mais de duas dimensões seriam abstrações matemáticas ao invés de representações concretas da estrutura conceitual. Por tanto, os mapas de duas dimensões são mais usuais e mais familiares. Nesta pesquisa sempre que se falar em mapas conceituais estes se referem a mapas hierárquicos bidimensionais.

A utilização de mapas conceituais na instrução possui tanto aspectos positivos como negativos. Moreira (2006) elenca os pontos positivos como a ênfase na estrutura de conceitos de uma determinada disciplina e sua organização hierárquica.

Como pontos negativos são citados o fato do mapa construído pelo professor não fazer sentido ao aluno e a habilidade dos alunos construírem suas próprias estruturas hierárquicas ficarem inibidas em função de receberem prontas as hierarquias construídas pelo professor pensando ele que seria a única forma correta de organizar os conceitos. Mesmo com esses pontos negativos podemos tomar algumas atitudes que ajudam a diminuir esses problemas. Uma delas é explicar quais as finalidades do mapa apresentado e que esse não é o único mapa sobre os conceitos trabalhados que pode ser construído com relações corretas entre si.

Para Novak (1996) uma importante utilização do mapa conceitual é no processo de negociação de significados. Para clarificar o que representa a negociação de significados Novak explica da seguinte forma:

“À primeira vista, poder-se-ia dizer o seguinte: se o professor (ou o livro de texto) sabem supostamente o que é correcto, como é que se pode sugerir que deve haver negociação com o aluno? A resposta reside no facto de estarmos a falar de significados cognitivos, os quais não podem ser transferidos para estudantes como se se tratasse de uma transfusão de sangue. Aprender o significado de um dado conhecimento implica dialogar, trocar, compartilhar, e por vezes estabelecer compromissos.” (NOVAK, 1996, pg 36)

Os mapas também podem ser usados para identificar concepções alternativas de alunos sobre um determinado assunto.



Figura 6 – Mapa conceitual construído por um aluno sobre a Lua. Fonte: Novak (1996)

O mapa ilustrado na Figura 6 foi construído a partir de uma entrevista com um estudante que possui uma concepção errônea de que a rotação da Lua faz mudá-la de forma e que as fases da Lua são provocadas pela sombra da Terra (NOVAK, 1996).

Os mapas conceituais também podem ser utilizados como instrumentos de avaliação, na medida em que o aprendiz expressa o tipo de estrutura que ele enxerga em um determinado conjunto de conceitos. Novak também identifica os mapas também como um instrumento de avaliação e ainda sugere alguns critérios para avaliação dos mesmos. O quadro com as sugestões de critérios que Novak para avaliação de mapas se encontra no anexo A e anexo B.

Partindo do que foi exposto sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa bem como suas estratégias de ensino, da Teoria dos Construtos Pessoais e o Ciclo da Experiência, iremos expor como podemos unir essas duas perspectivas de forma a criar uma sequência de ensino facilitadora da aprendizagem significativa.

2.3 O CICLO DA EXPERIÊNCIA KELLYANA E ESTRATÉGIAS INSTRUCIONAIS DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA.

O objetivo principal deste trabalho é integrar a cada etapa do CEK alguma estratégia instrucional derivada da TAS. Sendo assim, pretendemos discorrer teoricamente sobre uma possível equivalência entre as teorias de Kelly e Ausubel. Entretanto é importante destacar que Moreira (1997), em um artigo onde apresenta o conceito de aprendizagem significativa como subjacente a outras teorias da aprendizagem, constrói um paralelo entre as duas teorias partindo de alguns pressupostos iniciais. Baseado neste artigo seminal iremos discorrer um pouco sobre em que aspectos as duas teorias possuem pontos de convergência.

Como descrita na seção destinada a Teoria dos Construtos Pessoais, George Kelly descreve o homem numa analogia com o cientista buscando controlar e prever eventos. Desse modo, o homem constrói padrões ou moldes que Kelly chama de construtos pessoais, sendo esses construtos indispensáveis ao homem para o entendimento do mundo. Porém, nem sempre esses padrões se ajustam com perfeição a realidade, isso cria no homem uma necessidade de adquirir novos construtos ou alterando-os buscando um ajuste melhor a realidade. O sistema de construção seria o agrupamento hierárquico desses construtos sendo este sistema passível de mudança. É nessa característica de mutabilidade do sistema de construção que reside o conceito de aprendizagem numa perspectiva kellyana.

Para se traçar um paralelo entre as duas teorias será importante rever o que dizem alguns corolários. O corolário da construção que descreve a antecipação de eventos, construindo réplicas por parte do indivíduo, o corolário da individualidade que afirma que essa construção é um processo idiossincrático, o corolário da experiência onde o sistema de construção muda de acordo com o confronto com a realidade. Além desses dois outros corolários relativos ao sistema de construção são importantes para interpretar a aprendizagem significativa numa perspectiva kellyana, o corolário da organização onde o sistema de construção é organizado hierarquicamente e o da fragmentação onde afirma que as pessoas podem testar novos construtos sem necessariamente descartar os anteriores.

Diante do exposto pode-se fazer uma analogia entre os construtos pessoais de Kelly e os subsunçores da teoria de Ausubel. Os conceitos de sistema de construção e de estrutura cognitiva possuem características hierárquicas sendo ambas sujeitas a modificações.

Assim como o sistema de construção pode abrigar construtos incompatíveis, a estrutura cognitiva também pode acolher subsunçores incompatíveis ou até mesmo subsunçores que possuem diferentes significados.

Os processos relativos à aprendizagem significativa possuem uma estreita relação com a edificação do sistema de construtos de uma pessoa. Quando o sistema de construção do indivíduo for exitoso nas suas previsões estaríamos diante da aprendizagem significativa subordinada derivativa, ou seja, não haveria modificação dos construtos. Caso fosse necessária uma modificação através de um ajuste estaríamos diante da aprendizagem significativa subordinada correlativa. Se há a necessidade de reformular o sistema de construção, alterando a hierarquia dos construtos, seria então o caso da aprendizagem superordenada. Se a antecipação de um evento envolvesse o sistema de construção como um todo seria então correspondente a uma aprendizagem significativa combinatória.

Portanto, seguindo a analogia entre subsunçores e construtos pessoais, percebemos que não há incompatibilidade entre as duas perspectivas. No entanto, assim como no artigo de Moreira (1997), queremos enfatizar que subsunçores e construtos pessoais não são a mesma coisa.

No artigo citado (MOREIRA, 1997), o autor segue até esse ponto na descrição da analogia entre a TAS e TCP. Nosso trabalho tenta dar continuidade a essa analogia observando agora não do ponto de vista dos construtos pessoais e subsunçores e sim do CEK e das estratégias que Ausubel indica como facilitadoras da aprendizagem significativa.

Como já foi explicitado no início desse trabalho, o CEK possui cinco etapas: Antecipação, Investimento, Encontro, Confirmação ou Desconfirmação e Revisão Construtiva. A pergunta chave que queremos responder é: Como e quais estratégias originárias da teoria da aprendizagem significativa poderiam ser usadas em cada etapa do ciclo?

A seguir iremos discutir uma possível resposta para essa indagação, mostrando as características de cada etapa associada com a TAS.

Antecipação: Nessa etapa o aluno é convidado a pensar no que ele já sabe sobre o evento que está por vir. Como estamos interessados em fazer com que cada fase aconteça de forma eficiente, percebemos que, dentre as estratégias oriundas da TAS, os mapas conceituais seriam uma boa ferramenta para os alunos explicitarem os conceitos que possuem sobre o evento no qual foram convidados a participar. Quando pedimos para que o aluno construa um mapa conceitual sobre o tema do evento ele irá buscar em sua estrutura cognitiva quais conceitos se relacionam com o evento e irá apresentá-los de forma gráfica através do mapa conceitual. Podemos dizer que nesse ponto o estudante começa a avaliar que conhecimentos já possui sobre as Estações do Ano e inicia a sua construção de hipóteses. A construção das

hipóteses é evidenciada quando o aluno cria as ligações entre os conceitos, explicitando o seu modo de pensar sobre o determinado fenômeno.

Investimento: Nesta etapa o aluno é convidado a engajar-se com a atividade proposta buscando conhecer o que ele deve saber para participar do evento (CROSS; PAPADOPOULOS, 2001). Como esta etapa é análoga a uma preparação para o evento, que no nosso exemplo é uma aula sobre algum conteúdo programático, percebemos que o uso de um organizador prévio seria uma estratégia que poderia tornar esta etapa mais eficiente. Como citado anteriormente a principal função dos organizadores prévios é o de preencher o hiato entre o que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta (AUSUBEL, 2003). Assim, a etapa do investimento se torna uma oportunidade do aluno utilizar um organizador prévio referente ao assunto que ele irá estudar na etapa do encontro, dessa forma não seria apenas uma leitura sobre o assunto e sim o estudo de um texto onde estariam explicitados os conceitos que ele deve saber para aprender de forma significativa os conceitos que serão trabalhados no encontro.

Encontro: O encontro ocorre quando o aluno é apresentado ao evento para o qual ele foi convidado. Como o foco dessa pesquisa é a aprendizagem de conceitos científicos, podemos definir o evento como uma aula onde é apresentado um novo conteúdo para o aluno. Seguindo um viés ausubeliano a estratégia pedagógica mais viável para essa etapa seria a apresentação de um material potencialmente significativo. O material a ser aprendido deve ser estruturado de forma lógica de modo que possa ser relacionável a estrutura cognitiva do aprendiz.

Para que seja possível a construção desse material torna-se necessário que o professor conheça o que o aluno já sabe sobre o tema. O professor pode aproveitar o mapa construído pelos alunos na fase da antecipação justamente para esse fim, como recomenda Ausubel:

“Pode verificar-se a disponibilidade de ideias relevantes na estrutura cognitiva através de testes de múltipla escolha ou pré-testes de ensaio, de entrevistas clínicas do tipo Piaget, através do questionamento socrático e de ‘mapas de conceitos’.” (AUSUBEL, 2003. p 151)

Um aprofundamento maior sobre as características do material potencialmente significativo foi discutida na seção referente a facilitação da aprendizagem significativa.

Confirmação, Desconfirmação e Revisão Construtiva: No CEK a Confirmação e Desconfirmação é uma etapa distinta da Revisão Construtiva. No entanto, como em nosso

trabalho estamos adaptando uma ferramenta da psicologia da personalidade como uma ferramenta metodológica, optamos por aglutinar essas duas etapas em um único momento.

Como descrito na fundamentação teórica, o processo de confirmação e desconfirmação ocorre quando o aluno verifica se sua hipótese, elaborada na antecipação, foi confirmada ou não quando o aluno participa do evento. A Revisão Construtiva se dá quando o aluno tenta compreender o porquê de suas hipóteses se confirmarem ou não. Assim, para favorecer tanto o processo de Confirmação e Desconfirmação quanto a Revisão Construtiva, novamente utilizamos a construção de um mapa conceitual. A diferença da aplicação da técnica dos mapas conceituais nessa etapa é que o aluno é levado a analisar seu próprio mapa e em seguida refazê-lo de forma a corrigir possíveis desconfirmacões. Nessa ocasião o aluno é incentivado a discutir com o professor sobre a elaboração desse novo mapa. Assim, o aluno pode perceber se suas hipóteses construídas na antecipação foram ou não confirmadas. Além disso, ele estaria passando pela etapa da revisão construtiva na medida em que ele explicita as mudanças nos seus mapas no decorrer do processo e busca entender o porquê das suas hipóteses se confirmarem ou não. Essa prática de utilizar um mapa onde o aluno discute com o professor ou com seus colegas as relações deste mapa está de acordo com o que Novak (1996) chama de negociação de significados.

Como o principal objetivo desse trabalho é investigar a incorporação de estratégias instrucionais derivadas da Teoria da Aprendizagem Significativa nas etapas do Ciclo da Experiência de Kelly e a elaboração de uma sequência didática, foi necessária a escolha de um conteúdo específico para que fosse possível elaborar tal sequência e assim, através de um estudo empírico verificar a viabilidade da mesma.

Para o estudo empírico da sequência didática proposta nessa pesquisa escolhemos como conteúdo específico os fenômenos ligados a Astronomia. A escolha desse conteúdo específico vem do escasso número de pesquisas na área de ensino de Astronomia se comparado com outras áreas do ensino de Física. (MARRONE JÚNIOR, 2007).

Na próxima seção iremos discorrer sobre quais fenômenos serão abordados nessa pesquisa e quais suas implicações para o ensino de Astronomia.

2.4 O ENSINO DE ASTRONOMIA E SOFTWARES EDUCATIVOS: LIMITAÇÕES E POSSIBILIDADES

Desde criança ouvimos falar sobre os fenômenos que permeiam o céu, entretanto nem sempre temos concepções corretas sobre como esses fenômenos ocorrem. Nas últimas

décadas tem se realizado diversas pesquisas no campo das concepções alternativas de estudantes e professores sobre fenômenos relativos à Astronomia, por exemplo, em Nardi (1996), Barrabín (1995), Camino (1995), Vosniadou, S., & Skopeliti, I. (2005), Andrade (2009), pode-se destacar diversas concepções alternativas ou idéias de senso comum. Nesse sentido há na literatura diversos significados semelhantes como: “conceitos intuitivos”, “concepções espontâneas”, “idéias ingênuas”, “concepções prévias”, “pré-conceitos” e “idéias de senso comum”, conforme descrito em Teodoro (2000). No entanto não será objeto desta pesquisa discutir os diversos aspectos dessas definições, o que aqui iremos chamar de concepção alternativa será uma idéia previamente concebida pelos alunos ou professores e que é posteriormente introduzida em sala de aula (LANGHI; NARDI, 2005). Podemos elencar algumas dessas concepções alternativas como, por exemplo, as diferenças entre as Estações do Ano são atribuídas à distância da Terra em relação ao Sol; as fases da Lua são interpretadas como sendo provocadas pela sombra da Terra; a existência de estrelas entre os planetas do Sistema Solar; a associação da presença da Lua exclusivamente ao céu noturno, sem notar o seu aparecimento durante certos dias em plena luz do Sol; confusão entre Astrologia e Astronomia; o entendimento de que o Sistema Solar termina em Plutão. Outras pesquisas apontam que até mesmo entre docentes verifica-se a persistência de concepções alternativas, semelhantes àquelas diagnosticadas em estudos realizados com estudantes (TEODORO, 2000), (BARRABÍN, 1995), (CAMINO, 1995).

Na literatura também podemos encontrar autores que apontaram erros conceituais nos livros didáticos adotados pelos professores, um fato interessante é que estes erros foram identificados como relacionados com as concepções alternativas indicadas anteriormente (LANGHI; NARDI, 2007). Nesse sentido podemos perceber que o professor que atua nas séries do ensino fundamental e que trabalham conceitos relativos à Astronomia precisam está bem formados sobre tais conteúdos de forma que esses profissionais identifiquem os eventuais erros e que oriente os alunos a formarem as concepções aceitas pela comunidade científica.

Nessa linha, alguns autores têm buscado formas de auxiliar os professores em sua formação com relação a conceitos de Astronomia. Essas pesquisas abordam estratégias de cursos de formação de professores (LEITE; HOSOUME, 2007; LANGHI; NARDI, 2008), pesquisa em concepções espontâneas com professores (SEBASTIÀ, 2004; LANGHI, 2004) e recursos digitais para o ensino de Astronomia (CAMPOS, 2004; MEURER; STEFFANI, 2009)

Como um dos objetivos específicos dessa pesquisa é criar um material potencialmente significativo utilizando recursos de softwares educativos, esse trabalho pretende contribuir para formação dos professores na medida em que explicitamos as potencialidades educacionais de dois softwares livres destinados a simulação dos movimentos dos corpos celestes. Esses programas podem ser adquiridos de forma gratuita na internet, sendo possível, adicionar novos elementos e criar scripts para automação da animação. Os softwares que iremos abordar neste trabalho são o Stellarium⁵ e o Celestia⁶.

2.4.1 Programas livres para o ensino de Astronomia



Figura 7 - Tela inicial do Stellarium

O Stellarium (Figura 7) é um programa de código aberto destinado à simulação do céu, podendo ser chamado de um planetário virtual. Esse programa é bastante popular entre entusiastas da Astronomia, isso se deve a facilidade e as possibilidades de uso encontradas nessa aplicação. Com esse programa é possível escolher a localidade de onde observamos o céu indicando a cidade ou as coordenadas geográficas, com essa funcionalidade podemos usá-lo como uma carta celeste facilitando a identificação das constelações e de outros astros. Como se trata de um simulador, podemos controlar a velocidade que o tempo transcorre,

⁵ Disponível em: <http://www.stellarium.org/pt/>

⁶ Disponível em: <http://www.shatters.net/celestia/>

assim as alterações no céu, que levaria um grande período tempo, podem ser simuladas em apenas alguns segundos.

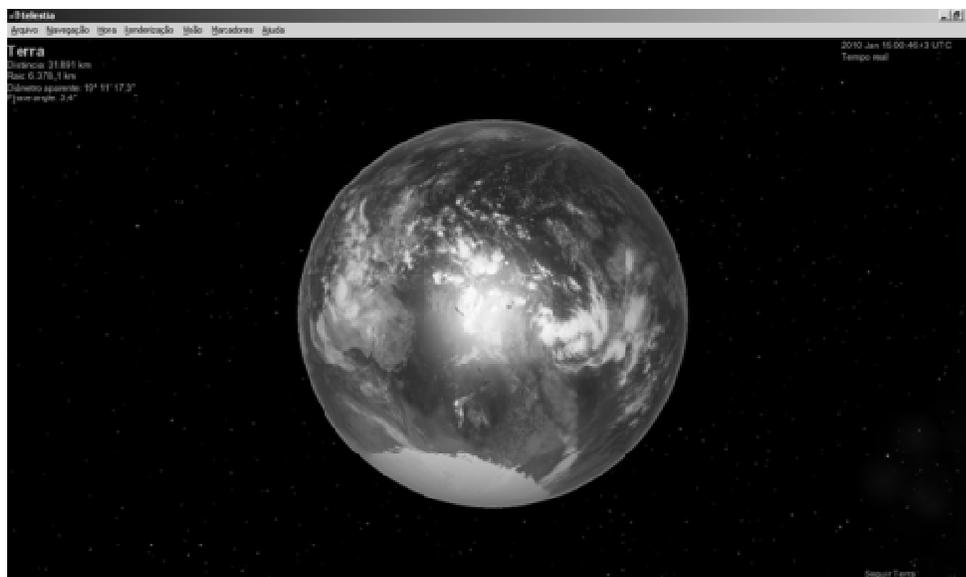


Figura 8 - Tela inicial do Celestia

O Celestia (Figura 8) também é um programa de código aberto onde a ênfase se dá na simulação em três dimensões. Com o Celestia é possível fazer viagens virtuais para várias partes do universo, onde podemos conhecer diversos corpos celestes inclusive observando um pouco sua aparência, pois como o software usa recursos de animação em 3D, é possível rotacionar o corpo estudado e visualizar aproximadamente como seria a superfície do astro. Nesse software, também é possível ter controle sobre a passagem do tempo, isso nos permite realizar uma série de atividades com os estudantes como, por exemplo, podemos simular a passagem de um cometa, o caminho percorrido por um planeta em sua órbita, ou até mesmo ver o céu a partir da superfície de outro planeta

Nas próximas seções iremos discutir sobre os fenômenos que serão estudados tendo como apoio a sequência didática criada a partir do CEK e da TAS. Além de discorrer sobre os fenômenos iremos indicar as possibilidades oferecidas pelos softwares apresentados anteriormente de como podemos usá-los de forma a facilitar o aprendizado.

2.4.2 Os Dias e as Noites.

É provável que a alternância entre períodos claros e escuros tenha chamado a atenção dos mais antigos seres humanos. Assim, a associação do Sol com a claridade e a sua ausência com

a escuridão dando lugar no céu para as estrelas e a Lua levaram a definição de Dias e Noites. Como a palavra dia está associada tanto ao período claro, como ao período compreendido entre um período claro mais um período escuro, adotaremos a convenção também utilizada por Boczko (1995) que chama o período iluminado pelo Sol de dia claro e o dia completo (um período claro e outro escuro) apenas de dia. Isso leva a utilização de adjetivos como diurno para o dia claro e diário para o dia completo.

O fenômeno mais simples de simular no Stellarium e no Celestia é a sucessão de dias e noites. Para este fim, o Stellarium se apresenta como uma ótima ferramenta para observar este fenômeno a partir de um observador situado na superfície da Terra. Podemos localizar este observador em algumas cidades do mundo ou entrando diretamente com as coordenadas geográficas. Apesar de também podermos simular este observador na superfície da Terra através do Celestia, ele se torna mais interessante para simular os dias e as noites da perspectiva de um observador situado fora da Terra. Enquanto no Stellarium temos a impressão que os astros se movem ao longo das horas enquanto a Terra encontra-se fixa, com o Celestia podemos simular a causa real dos dias e das noites que, como nós sabemos, é causada pela rotação da Terra em torno do seu próprio eixo.

O Stellarium possui recursos que podem ajudar a minimizar certas concepções espontâneas como, por exemplo, o fato de algumas pessoas acharem que a Lua só aparece a noite ou que o Sol se esconde por traz de montanhas ou algo parecido (CAMINO,1995). Nesse programa podemos escolher a presença ou não da camada atmosférica, assim podemos mostrar que em certas épocas do ano a Lua poderia ser vista durante o dia e o fato de não a vemos se deve a luz vinda do Sol se dissipar na atmosfera. Podemos também esconder a superfície da Terra com isso fica fácil percebermos que não vemos o Sol durante a noite, pois este se encontra do lado oposto da superfície onde se encontra o observador (Figura 9).



Figura 9 - A esquerda uma imagem ilustrando o céu visto com a superfície e com a atmosfera, a direita a mesma imagem sem a superfície e a atmosfera.

2.4.3 As Estações do Ano

Apesar do período determinado para o dia não mudar com o passar do tempo, o dia claro possui variações de acordo com a época do ano. É no Verão que ocorre o “dia claro” mais longo do ano, esse dia é chamado de Solstício de Verão, a partir dessa data os “dias claros” vão ficando cada vez mais curtos chegando a certa ocasião em que a duração de um “dia claro” é igual à de uma noite. Esse dia é chamado de Equinócio que em latim significa noites de iguais duração. É justamente nesse dia que tem início o Outono. Depois do equinócio os “dias claros” vão ficando cada vez mais curtos até chegar ao “dia claro” mais curto do ano, esse dia é chamado de Solstício de Inverno, quando começa o inverno. Após essa data os “dias claros” começam a ficar mais longos até o dia do novo equinócio quando inicia a Primavera e então o ciclo recomeça. Esses períodos são chamados de Estações do Ano, é interessante lembrar que enquanto no Hemisfério Norte é Verão, aqui no Hemisfério Sul é Inverno, assim como, se no Hemisfério Norte for Primavera aqui é Outono. Portanto, há uma oposição entre as estações nos Hemisférios.

Podemos usar o Stellarium para observar as mudanças das posições do nascer e do pôr do Sol durante os dias do ano. Muitas vezes os livros didáticos propõem que o sol nasce no Leste e se põe no Oeste, isso pode gerar a falsa idéia de que isso sempre acontece exatamente nesses pontos (LANGHI; NARDI, 2007). Como nesse software podemos exibir as marcações dos pontos cardeais, fica fácil perceber quando o Sol nasce no ponto leste, quando nasce mais ao norte ou quando nasce mais ao sul, como ilustra a Figura 10.



Figura 10 - Imagem ilustrando as diferentes posições do nascer do Sol durante o ano.

Sempre fomos ensinados que a órbita da Terra em volta do Sol é uma elipse com o Sol situado em um de seus focos. Isso faz com que a Terra passe por períodos que está mais próxima do Sol e outros que está mais distante. Diversos trabalhos têm demonstrado que muitas pessoas entendem as Estações do Ano como consequência da distância entre a Terra e

o Sol: No Verão a Terra está mais próxima do Sol por isso a Terra se tornaria mais quente e no Inverno, por está distante, se tornaria mais fria. No entanto esse argumento tem uma falha, se a explicação anterior fosse verdadeira as Estações do Ano seriam iguais nos dois hemisférios. Sabemos que isso não acontece, quando é Verão no hemisfério Sul é Inverno no Hemisfério Norte. Outro fato se deve a forma da orbita da Terra, geralmente encontramos em livros didáticos a representação da orbita da terra como nos mostra a Figura 11.

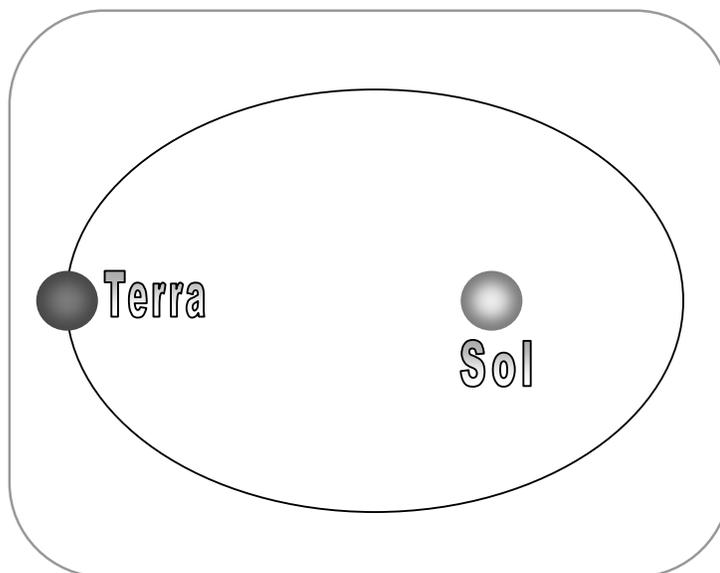


Figura 11 - Representação da órbita da Terra frequentemente encontrada em livros didáticos. Fonte: Canalle (2003)

No entanto para que a orbita da Terra fosse realmente representada assim ela teria que possuir uma excentricidade próxima de 0,7. Canalle (2003) nos mostra um quadro (Figura 12) com diversas elipses com suas respectivas excentricidade.

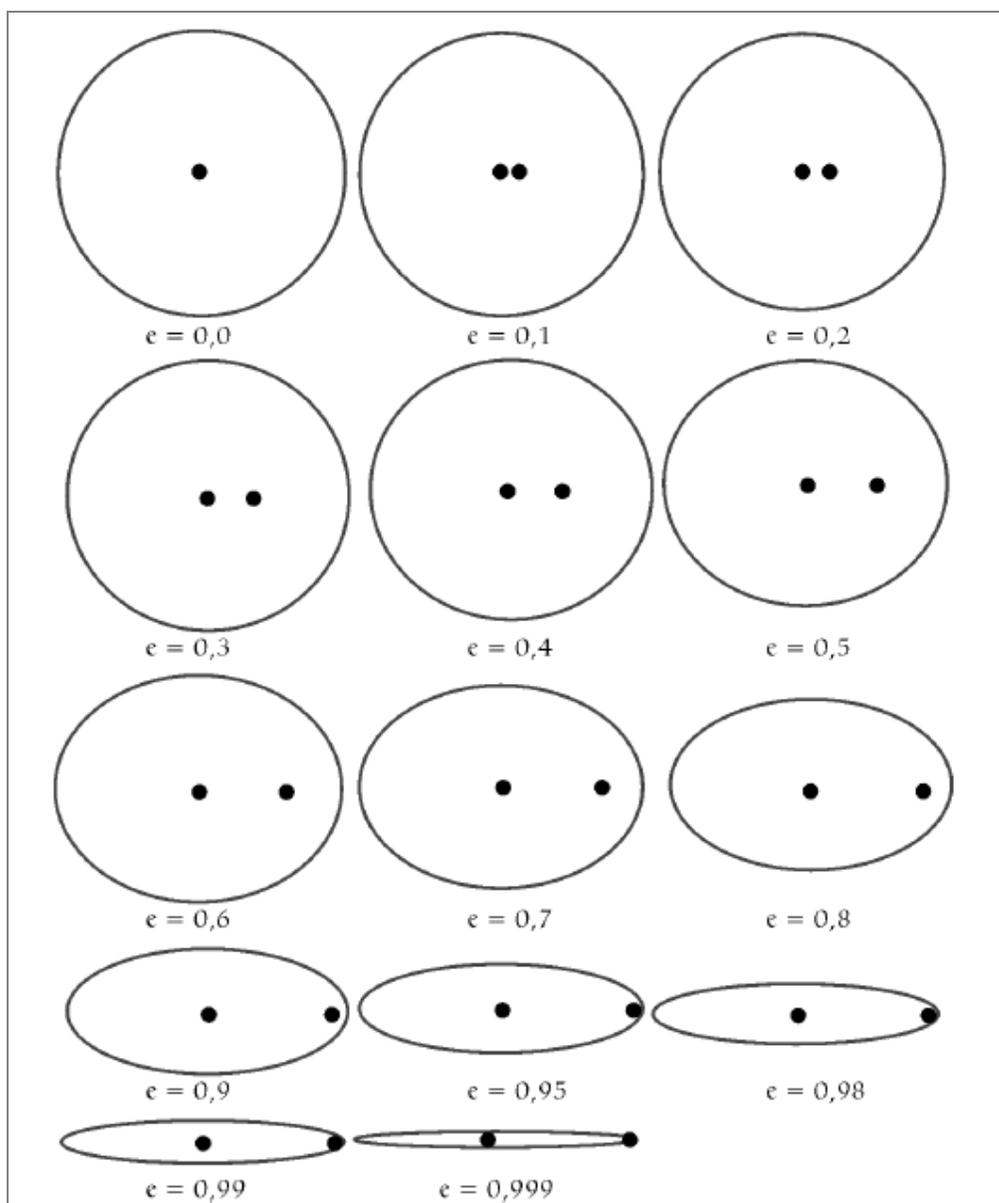


Figura 12 - Ilustração de diferentes elipses com excentricidade variadas. Fonte: Canale (2003)

Como a órbita da Terra possui uma excentricidade de aproximadamente 0,02 podemos aproximar a órbita da Terra a uma circunferência. Mesmo com essa pequena excentricidade há realmente momentos que a Terra está mais próxima do Sol (periélio) ou mais afastada (afélio), no entanto Dias e Piassi (2007) mostraram que essa diferença não é suficiente para provocar as mudanças de temperatura que observamos durante o ano. Assim a verdadeira causa das mudanças de estações se deve ao fato da Terra possuir uma inclinação de 23° em

relação ao plano de translação, isso faz com que haja diferentes incidências de raios solares ao longo dos hemisférios como mostra a Figura 13:

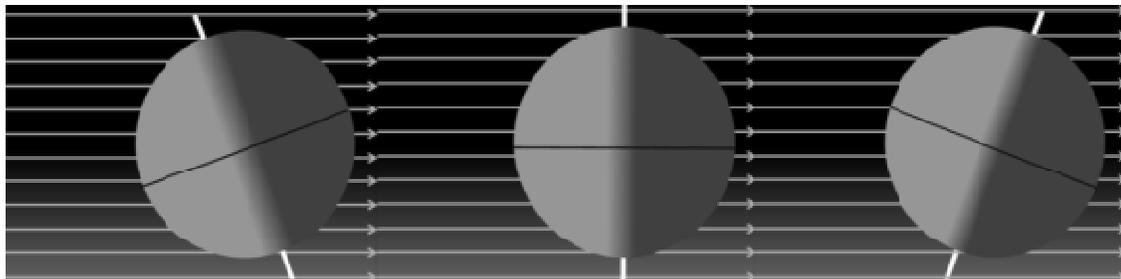


Figura 13 - Inclinação do eixo da Terra em relação ao plano de incidência dos raios solares.

Da figura 13 percebemos que devido à inclinação do eixo da Terra, em determinadas épocas do ano um hemisfério possui uma incidência maior de raios solares se comparado com o outro hemisfério. Isso faz com que haja um aumento na temperatura desse hemisfério e uma diminuição no hemisfério oposto. Assim teremos respectivamente o Verão e o Inverno. Há também períodos que os dois hemisférios recebem uma quantidade igual de energia luminosa, nesse caso teremos as estações da Primavera e do Outono.

Utilizando o Celestia podemos fixar a imagem da Terra enquanto aumentamos a velocidade de simulação. Temos como resultado uma visão melhor de como acontece essa a variação da luminosidade nos hemisférios no decorrer do ano.

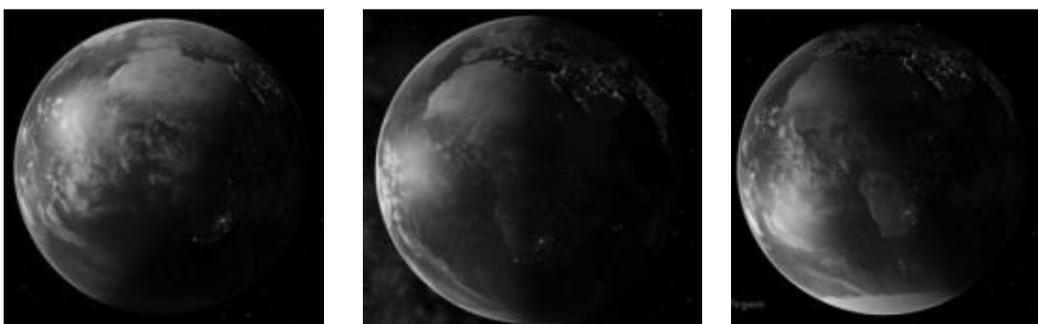


Figura 14 - Imagem ilustrando como a parte da Terra iluminada pelo Sol varia no decorrer do ano.

2.4.4 As Fases da Lua

Assim como os povos antigos associaram a presença do Sol com o dia claro, a presença da Lua durante a noite (e algumas vezes durante o dia) também deve ter sido um fato notável. Além disso, ela tinha uma peculiaridade não compartilhada pelo Sol: ela mudava sua aparência periodicamente.

Desde a antiguidade que o fenômeno das fases da Lua é bem compreendido pela humanidade. Acredita-se que o grego Anaxágora(+430 a.c), já conhecia sua causa. Aristóteles (384-322 a.c) teria registrado a explicação das fases da Lua como consequência dela ser um corpo iluminado e, portanto, a face iluminada que vemos da Lua é a face voltada para o Sol. A fase da Lua representa o quanto dessa face iluminada está voltada também para a Terra (Figura 15) (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA 2004).

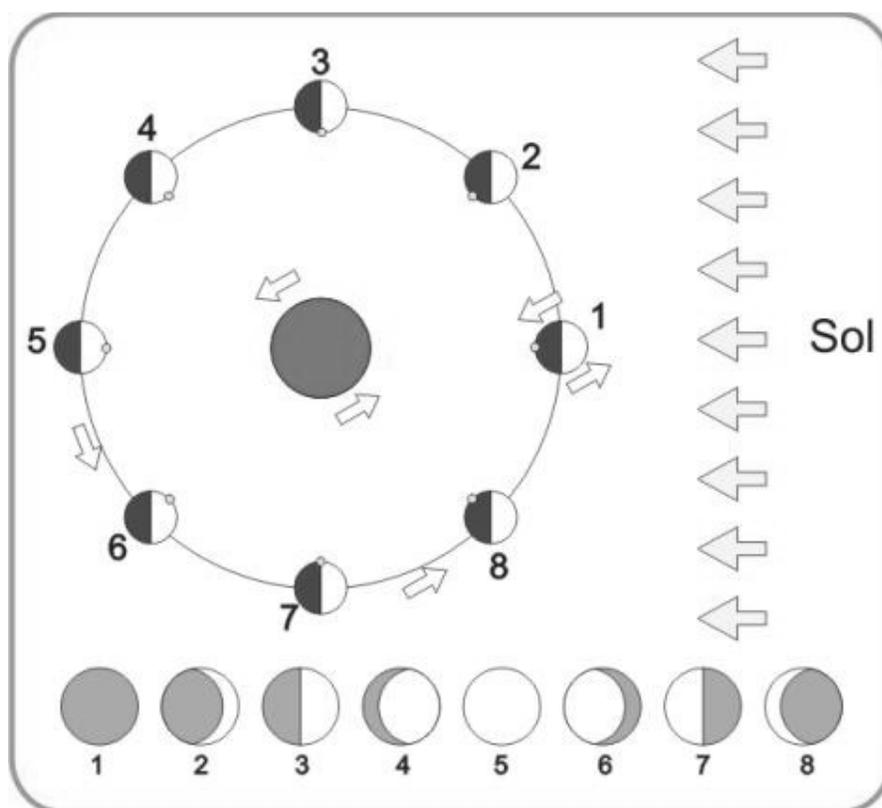


Figura 15 - Esquema ilustrando o fenômeno das fases da Lua. O ponto em amarelo foi inserido para enfatizar que a Lua sempre apresenta a mesma face voltada para Terra.

Expressando as fases da Lua em termos matemáticos, a definição das fases da Lua é dada a partir do quociente entre o diâmetro angular da parte iluminada da Lua (d') e o diâmetro iluminado na Lua Cheia (d) (Figura 16):

$$\theta = \frac{d'}{d}$$

Quando os valores de θ correspondem a 0, $\frac{1}{2}$ e 1 temos, respectivamente, Lua Nova, Crescente (ou Minguante) e Lua Cheia (BOCZKO,1995).

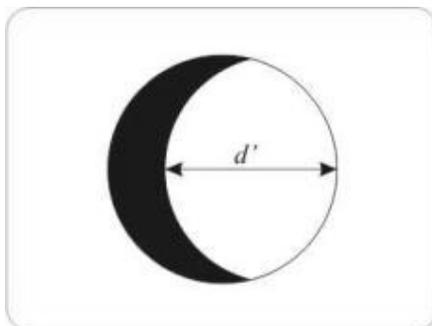
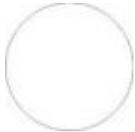


Figura 16 – Ilustração definindo o parâmetro d' correspondendo a parte iluminada da Lua.

Definiu-se assim as quatro fases da Lua:

Fase		Característica
Nova		<p>A face iluminada não pode ser vista da Terra, pois a Lua está na mesma direção do Sol, portanto está no céu durante o dia.</p> <p>A Lua nasce \approx 6h e se põe \approx 18h.</p>
Crescente		<p>Metade do disco iluminado pode ser visto da Terra.</p> <p>Lua e Sol, vistos da Terra, estão separados de 90°</p> <p>A Lua está a leste do Sol, que portanto ilumina seu lado oeste</p> <p>A Lua nasce \approx meio-dia e se põe \approx meia-noite</p>

Cheia		<p>Toda a face iluminada da Lua está voltada para a Terra. A Lua está no céu durante toda a noite, com a forma de um disco.</p> <p>Lua e Sol, vistos da Terra, estão em direções opostas, separados de 180°, ou 12h.</p> <p>A Lua nasce $\approx 18h$ e se põe $\approx 6h$ do dia seguinte.</p>
Minguante		<p>Metade do disco iluminado pode ser visto da Terra.</p> <p>A Lua está a oeste do Sol, que ilumina seu lado leste</p> <p>A Lua nasce \approx meia-noite e se põe \approx meio-dia</p>

Quadro 2 - Descrição das características de cada fase da Lua.

Mesmo sendo um fenômeno tão presente no cotidiano, diversos trabalhos mostram que apesar de enunciar o nome dado as diferentes fases, há pessoas que tem dificuldade de explicar o porquê dessa mudança de aparência, chegando a argumentar que existe uma Lua para cada fase, ou seja, uma Lua Cheia, uma Lua Minguante e assim por diante (IACHEL; LANGHI; SCALVI, 2008; ANDRADE; ARAÚJO; NEUBERGE; 2009)

Utilizando o recurso de simulação dos dias e das noites do Stellarium, podemos acelerar o tempo e percorrer o intervalo de um mês em poucos segundos. Nesse intervalo de tempo iremos perceber as mudanças sofridas na aparência da Lua. No entanto, para podermos perceber que as Fases da Lua ocorrem por causa da posição relativa da Lua em relação ao Sol, é mais interessante simularmos esse fenômeno no Celestia, que nos permite uma visualização centrada na Lua, como ilustra a figura 4.



Figura 17 - Imagem ilustrando como a iluminação na superfície da Lua provocada pelo Sol varia com o passar dos dias.

A Lua, assim como os outros astros, povoou a imaginação dos povos antigos com lendas e superstições. No sul da França, dizia-se que Deus tinha feito dois sois, sendo um de reserva. Um dia, não sabendo o que fazer com o Sol guardado que envelhecia, jogou-o no céu e criou a Lua (VERDED, 2000). Em diversos lugares há uma associação das sombras que aparecem na superfície da Lua com alguma imagem. Na África do Sul e em alguns países orientais, as pessoas vêem na Lua a imagem de uma lebre. Nos países com forte influência católica, acredita-se que pode-se ver a imagem de São Jorge e o dragão.

Tão forte quanto às crenças populares sobre a Lua são as crenças relacionadas a um espetacular fenômeno da natureza chamado de eclipse.

2.4.5 Os Eclipses

Um eclipse acontece quando um astro deixa de ser visível devido à interposição de outro astro entre ele e o observador ou por deixar de ser iluminado ao colocar-se no cone de sombra⁷ de outro astro (MOURÃO, 1987). Sendo assim, quando a Terra entra no cone de sombra da Lua acontece um eclipse solar, enquanto que quando a Lua entra no cone de sombra da Terra (deixa de ser iluminada) acontece um eclipse lunar.

Em algumas ocasiões, a Lua passa pelo segmento de reta que une o Sol e a Terra, ou seja, acontece um alinhamento entre Sol, Terra e Lua. A forma como ocorre esse alinhamento é que vai determinar se o alinhamento provoca um eclipse solar ou lunar.

A Figura 18 ilustra uma possibilidade de alinhamento.

⁷ Quando um corpo extenso é iluminado por uma fonte não pontual são definidas duas regiões espaciais: O cone de sombra que é a região que não recebe luz de nenhum ponto da fonte e o cone de penumbra que é a região que recebe luz apenas de alguns pontos da fonte.

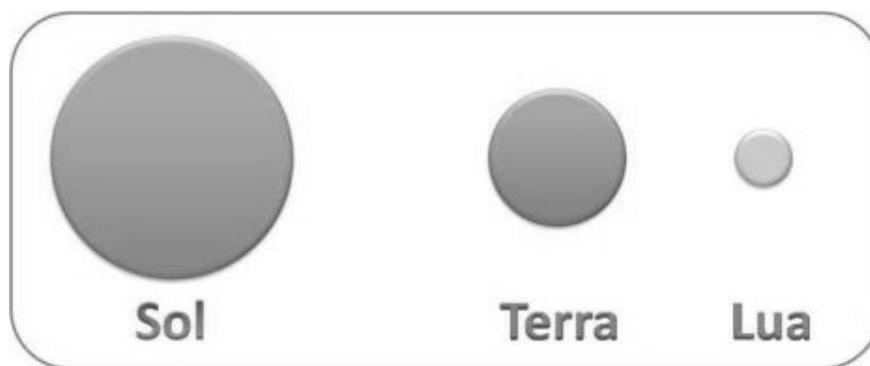


Figura 18 – Alinhamento Sol – Terra – Lua. Os tamanhos e as distâncias não estão em escala.

Percebemos que devido a esse alinhamento a Lua se encontra no cone de sombra provocado pela Terra. Como a Lua é um corpo iluminado, se estiver na sombra ela não poderá ser vista por um observador na Terra, portanto ocorre um eclipse lunar. Percebemos também que na forma como se dá o alinhamento, um eclipse da Lua só pode acontecer na fase de Lua Cheia.

Quando a Lua é completamente ocultada pela sombra da Terra temos um eclipse total da Lua. Quando apenas uma parte da Lua passa pela sombra da Terra dizemos que ocorreu um eclipse parcial, quando a Lua passa apenas pela região de penumbra dizemos que ocorreu um eclipse penumbral. Esse último tipo de eclipse é mais difícil de observar devido a pouca variação de luminosidade da Lua (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA 2004).



Figura 19 – Alinhamento Sol-Lua-Terra. O tamanho e as distâncias não estão em escala

No caso ilustrado acima (Figura 19) percebemos que a visão do Sol pode ficar total ou parcialmente obstruído pela sombra da Lua, dizemos então que ocorre um Eclipse Solar.

Podemos perceber, pela configuração do alinhamento, que esse tipo de eclipse só pode ocorrer na fase de Lua Nova (BOCZKO, 1995)

Quando o disco solar é inteiramente oculto pela Lua dizemos que está ocorrendo um Eclipse Total do Sol. Pode também ocorrer que só parte do disco solar seja ocultado pela Lua, sendo então chamado de Eclipse Parcial e quando a Lua está com um diâmetro aparente menor do que o Sol, apresentando-se como um disco negro sobre o disco solar chamamos de Eclipse Anular. Um Eclipse Total do Sol só ocorre devido a uma curiosa coincidência: o diâmetro do Sol é cerca de 400 vezes maior que o diâmetro da Lua e o Sol está, em média, 400 vezes mais distante de nós do que a Lua. Disso resulta que, vistos da Terra, Sol e Lua apresentam o mesmo tamanho aparente e faz com que nas ocasiões dos eclipses totais a Lua oculte completamente o disco solar.

Ao contrario do eclipse da Lua, para se observar um eclipse do Sol é preciso literalmente está na hora certa, no momento certo e lógico, em ambos os casos, ainda contar com a ajuda do clima. Em um eclipse solar a faixa de sombra devido a Lua tem no máximo 270 Km de largura essa faixa é chama de caminho do eclipse e em uma região de aproximadamente 3000 Km de cada lado dessa faixa ocorre um eclipse parcial (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA 2004).

Condições para ocorrência de eclipses

Como descrito acima os eclipses solares só ocorrem quando a Lua estiver na fase de Lua Nova e os eclipses lunares na fase de Lua Cheia. Se esta fosse a única condição para ocorrência de eclipses nós veríamos eclipses do Sol e da Lua todos os meses. Isso aconteceria se o plano da orbita da Lua coincidissem com o plano da eclíptica⁸, no entanto o plano orbital da Lua possui uma inclinação de aproximadamente 5° 09' graus com relação a eclíptica (Figura 20), o ângulo θ é chamado de inclinação da órbita lunar (BOCZKO,1995)

⁸ Eclíptica Plano de órbita terrestre. O plano de eclíptica é inclinado de 23° 27' em relação ao do equador. Seu nome provém do fato dos eclipses só serem possíveis quando a Lua está muito próxima desse círculo. (MOURÃO, 1987)

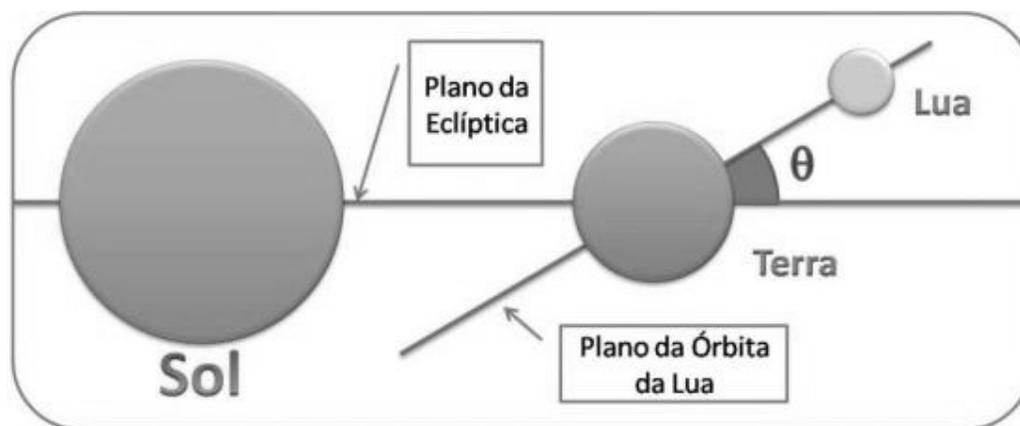


Figura 20 – Inclinação do plano da órbita da Lua em relação ao plano da Eclíptica.

O ponto de interseção entre o plano da órbita da Lua e a eclíptica é chamado de nodos e a linha que une dois nodos é chamada de linha dos nodos.

Percebemos então que para ocorrer um eclipse, a Lua, além de estar na fase Nova ou Cheia, também precisa estar no plano da eclíptica (nodos) ou próximo a ele. Como o sistema Terra-Lua orbita o Sol, aproximadamente duas vezes por ano a linha dos nodos está alinhada com o Sol e a Terra (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA 2004). É nessa época de alinhamento que os eclipses podem ocorrer.

A direção da linha dos nodos se desloca levando 18 anos e 11 dias para dar uma volta completa, esse período é chamado de Saros. Após esse período a sequência de eclipses se repetem embora a visibilidade desses eclipses se desloquem em cerca de 120° para oeste na superfície da Terra (MOURÃO, 1987). Os caldeus e assírios utilizavam esse período para previsão eclipses. Um eclipse só atinge a mesma região da Terra quando se completam três Saros (MOURÃO, 1987). Na mitologia de vários povos os eclipses estiveram ligados a luta entre bem e o mal, representado por algum animal que quer roubar ou engolir a Lua (VERDED, 2000). Os chineses viam nos eclipses um grande dragão pronto para devorar a Lua. Era então tarefa dos humanos fazer barulho para que o dragão fugisse devolvendo a Lua ao céu. O medo das antigas civilizações de perderem o astro da noite foi utilizado habilmente por Cristovão Colombo na noite de 29 de fevereiro de 1504. Colombo sabia que naquela noite haveria um eclipse lunar, então intimidou os índios a fornecerem comida a sua tripulação sob pena de que se não o fizerem ele ordenaria que a Lua nascesse inflamada e, em seguida, sumiria. O eclipse daquela noite iniciou-se assim que a Lua nasceu. Os índios, assustados, começaram a fornecer tudo que fosse necessário a tripulação. Com gritos e lamentos pediam

ao Almirante [Colombo] que intercedesse junto a Deus que no futuro eles lhe serviriam com prontidão (FERRIS, 1990).

Pesquisas têm demonstrado que também nesse fenômeno há dificuldades em seu entendimento por parte dos estudantes (ANDRADE; ARAÚJO; NEUBERGE, 2009; SEBASTIÀ, 2004), segundo essas pesquisas há diversos nuances sobre o tema que ou são desconhecidos ou são entendidos de forma errada como, por exemplo, a fase da Lua em que ocorre os eclipses, a periodicidade e as causas desse fenômeno. Sabemos que eclipses não ocorrem com frequência, mas utilizando o Stellarium e o Celestia podemos simular esses eventos e utilizá-los como motivação para um estudo mais aprofundado sobre as condições para ocorrência de um eclipse. O Celestia possui a opção de calcular os eclipses solares e lunares tanto para a Terra quanto para outros planetas, por exemplo, é possível ver o Sol sendo eclipsado na superfície de Júpiter por um de seus satélites. O Stellarium, se mostrou mais fácil para simular o que acontece quando ocorre um eclipse visto por um observador na Terra, onde podemos simular até a variação da luminosidade na atmosfera causada pelo eclipse do Sol. Também podemos enfatizar com os alunos que há fases da Lua específicas em que pode ocorrer os eclipses solares e lunares.

A figura 21 ilustra uma opção de visualização do Celestia que é a de dividir a tela em várias exibições, isso é bastante interessante, pois podemos visualizar o mesmo fenômeno a partir de mais de um ponto de vista. Na imagem citada, podemos ver o mesmo eclipse sendo observado de um ponto fora da terra e de um ponto na superfície da Terra.

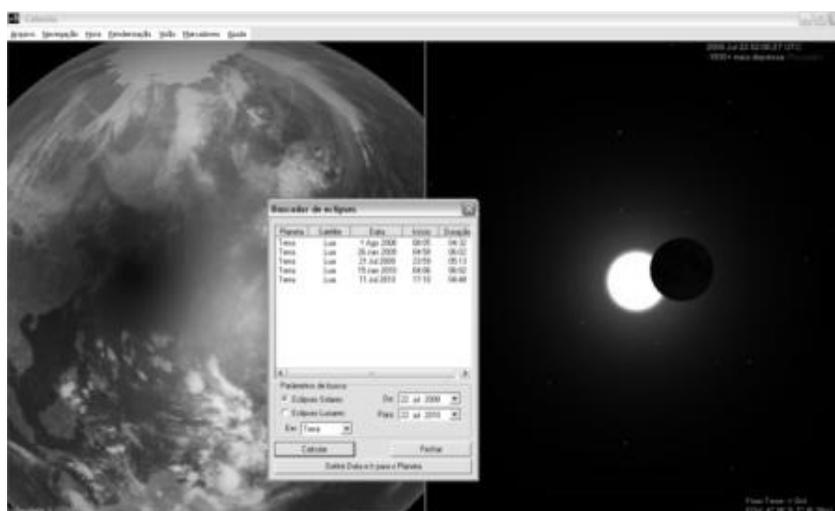


Figura 21 - Imagem ilustrando um eclipse solar visto do espaço e visto da superfície da Terra

Depois de explicitamos de que forma pode ser realizada uma conexão entre o CEK (uma teoria da personalidade) e a TAS (uma teoria da aprendizagem) e tratar dos fenômenos astronômicos que iremos utilizar nesta pesquisa, iremos na seção seguinte apresentar metodologia de um estudo empírico inicial sobre a viabilidade de se optar por essa metodologia em sala de aula.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo iremos apresentar como o trabalho de pesquisa foi estruturado de modo a alcançar os objetivos definidos nesta pesquisa. Portanto, pretende-se apresentar detalhadamente as etapas realizadas bem como o objetivo de cada uma delas.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Como metodologia de sistematização da descrição e análise dos dados obtidos optou-se por dividir a análise em duas perspectivas, uma qualitativa e outra quantitativa.

Em algumas fases da nossa pesquisa, foi adotada uma abordagem quantitativa, caracterizada pelo emprego da mensuração de certas variáveis realizada durante a coleta de informações, e realizado o tratamento destas, através de técnicas estatísticas, efetivadas nas formas de diagramas, histogramas das notas, médias aritméticas, percentuais de acerto e percentual de escolha de cada alternativa. Essa abordagem nos permitirá testar nossa hipótese de forma a aceitá-la ou não dentro de um limite de confiabilidade.

Numa perspectiva quantitativa iremos analisar comparativamente os resultados do pré-teste e pós-teste de todos os participantes da pesquisa visando identificar se houve evolução na quantidade de conceitos considerados corretos e através de um teste estatístico verificar a hipótese desta pesquisa.

Como forma de complementar a análise quantitativa, optamos por analisar os dados que foram obtidos, além do pré-teste e pós-teste, utilizando uma abordagem qualitativa, pois esta perspectiva nos permite um maior aprofundamento no processo que buscamos descrever e assim, verificar quais detalhes da pesquisa não puderam ser contemplados apenas com uma análise de pré-teste e pós-teste. Segundo Oliveira:

“As abordagens qualitativas facilitam descrever a complexidade dos problemas e hipóteses, bem como analisar a interação entre variáveis, compreender e classificar determinados processos sociais, oferecer contribuições no processo das mudanças, criação ou formação de opiniões de determinados grupos e interpretação das particularidades

dos comportamentos ou atitudes dos indivíduos” (Oliveira, 2003 p. 58).

Numa abordagem qualitativa serão observados os seguintes pontos:

- O acompanhamento das evoluções conceituais ocorridas em cada etapa do ciclo através da análise dos trabalhos produzidos.
- Avaliação das opiniões críticas realizadas pelos sujeitos da pesquisa através dos questionários aplicados no final de algumas etapas.

3.2 AMBIENTE E SUJEITOS DA PESQUISA

Como universo de pesquisa foi utilizado o curso de pedagogia da UFRPE ministrado na Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG-UFRPE), no município de Garanhuns-PE. A amostra foi constituída por 23 alunos concluintes do curso de Pedagogia do semestre 2009.2. No entanto, 12 alunos foram considerados para esse estudo, pois esse quantitativo participou efetivamente de todas as etapas da pesquisa.

3.3 INSTRUMENTOS DE PESQUISA

3.3.1 Elaboração do questionário do pré-teste e pós-teste

O questionário foi constituído por quinze questões conceituais contendo questões abertas e de múltipla escolha. As questões e suas alternativas de respostas foram construídas a partir das concepções alternativas relacionadas a esses fenômenos indicadas por outras pesquisas (ANDRADE, 2009), (BARRABÍN, 1995), (CAMINO, 1995), (LANGHI; NARDI, 2005), (LEITE; HOSOUME, 2007), (VOSNIADOU; SKOPELITI, 2005). Algumas questões também foram baseadas nas provas das Olimpíadas Brasileira de Astronomia do nível 1 e 2.

Conteúdo	Questões
Eclipses	1,2,3
Estações do Ano	12,13,14
Formas da Terra e Lua	4,5,6,9,10,11

Posição relativa dos astros.	7,8,15
------------------------------	--------

Quadro 3 - Quantitativo das questões por assunto

Para avaliar se os alunos tinham certeza de suas respostas ou que estavam “chutando” diante das dúvidas sobre qual a resposta correta, acrescentamos as alternativas: Respondi com certeza e Respondi com dúvida. Dessa forma podemos avaliar se os eventuais erros surgidos nas respostas do questionário seriam decorrentes de concepções alternativas apresentadas pelos alunos, ou seja, se o aluno marcou a alternativa errada e, no entanto, marcou a opção “Respondi com certeza” poderíamos dizer que o aluno teria convicção que aquela alternativa, mesmo errônea, representa a forma como ele entende o fenômeno relacionado (JUNIOR, 2008). Também houve uma preocupação de se criar uma das alternativas que possibilitava ao aluno expressar sua opinião caso discordasse das alternativas propostas.

3.3.2 Elaboração do organizador prévio

Um dos recursos necessários para o desenvolvimento de nossa pesquisa foi a utilização de um organizador prévio. O papel dos organizadores prévios é servir de ponte entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber para aprender significativamente o conteúdo proposto (AUSUBEL, 1968). Como o aprofundamento da discussão sobre os organizadores já foi realizada na fundamentação teórica, nesta seção apenas iremos descrever as características do organizador prévio construído para esta pesquisa.

Como os organizadores possuem a característica de serem mais gerais e inclusivos do que o material a ser ensinado e deve fornecer os subsunçores necessários para o entendimento do material que será posteriormente estudado, fizemos um levantamento partindo da premissa de que tais conceitos são necessários para o aluno relacionar o que ele iria estudar com o que ele já possui em sua estrutura cognitiva.

Tendo em mente essa premissa elaboramos um texto (Apêndice D) com a estrutura que comentaremos a seguir.

Inicialmente definimos o que são estrelas, planetas, satélites e como estes e outros corpos celestes podem constituir um sistema, que devido a nossa estrela se chamar Sol, temos o Sistema Solar.

Como todos os fenômenos estudados possuem uma relação direta com movimentos de rotação e translação, discutimos as características de cada um destes movimentos contextualizando com exemplos do cotidiano.

Em seguida explicamos como esses movimentos originam os dias, as noites e as Estações do Ano. Como a Lua também faz parte dos temas relacionados dessa pesquisa, discutimos suas fases e os eclipses. Ao final do texto foram lançados alguns questionamentos para, de certa forma, instigar os alunos a pensarem sobre as causas desses fenômenos.

Em todas as discussões tivemos o cuidado de apresentar as características dos fenômenos e não suas causas diretas, pois as causas desses fenômenos seriam apresentadas no momento da aula com o material potencialmente significativo

3.3.3 Elaboração do Material Potencialmente Significativo

Para elaborar o material que foi usado no momento do encontro, levamos em consideração dois pontos.

O primeiro ponto diz respeito ao que foi discutido sobre os materiais potencialmente significativos na fundamentação teórica, pois para considerar nosso material como tal, tivemos que levar em consideração tanto o questionário utilizado no pré-teste como os mapas conceituais produzidos na etapa da antecipação, pois deveríamos primeiro identificar o que os alunos já sabiam sobre o assunto, também partimos da premissa que depois da utilização dos organizadores prévios, os alunos possuiriam os subsunçores relevantes que pudessem ser relacionados com o material que seria utilizado no encontro.

Em segundo, como a informática está cada vez mais presente nas salas de aulas tornando-se de extrema importância que o professor esteja preparado para utilizar o computador como ferramenta educacional, optamos por elaborar nosso material potencialmente significativo utilizando recursos computacionais. Como nosso universo de pesquisa corresponde a alunos de pedagogia, ou seja, futuros professores ou profissionais ligados à educação houve a preocupação de mostrar a esses alunos como o computador pode se tornar uma ferramenta poderosa no processo de ensino aprendizagem.

Pensando na importância da informática educativa, elencamos como um dos objetivos específicos desta pesquisa a elaboração de material potencialmente significativo utilizando softwares educativos, dessa forma iremos descrever como foi elaborado tal material.

Como para organizar a sequência em que iríamos apresentar o conteúdo utilizamos o software Microsoft PowerPoint 2007. Com esse programa foi possível organizar o material através de slides e de algumas animações construídas no próprio programa (Figura 22)

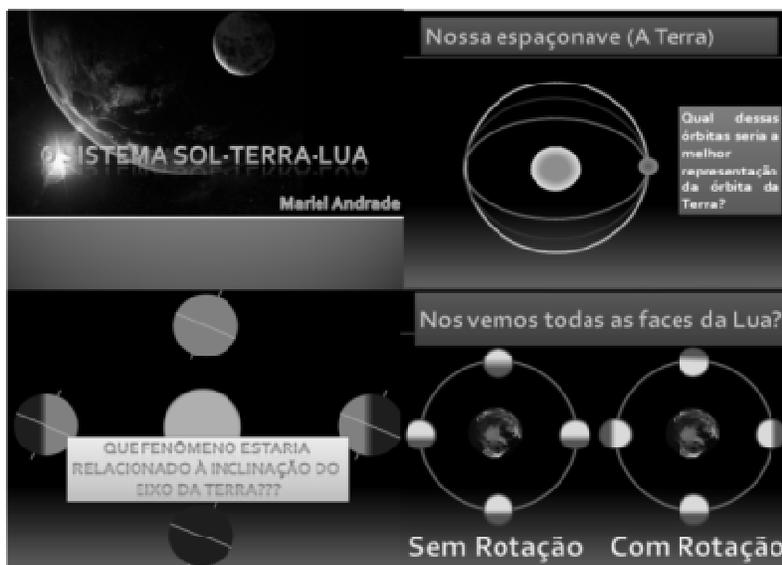


Figura 22 - Imagem ilustrando algumas telas do material potencialmente significativo

Além dos princípios citados no início dessa seção, o material potencialmente significativo deve seguir os pressupostos da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora. Pensando nisso elaboramos um mapa conceitual (Apêndice G) de forma a orientar a sequência dos conceitos abordados. Seguindo o mapa conceitual, inicialmente elaboramos slides para que fosse possível a apresentação de algumas das características físicas do Sol, Sistema Solar, Terra e Lua. Como podemos ver na Figura 23.



Figura 23 - Slides introdutórios sobre algumas características do Sol, Sistema Solar, Terra e Lua

Em seguida trabalhamos os conceitos de movimento de translação e rotação (Figura 24). A compreensão desses movimentos são os pré-requisitos para o entendimento dos fenômenos relacionados ao Sistema Sol-Terra-Lua.



Figura 24 - Slide introdutório sobre Translação e Rotação

Após as definições de translação e rotação iniciamos a discussão sobre como seria a forma da trajetória que a Terra executa em torno do Sol (Figura 25). A partir desse ponto foi possível trabalhar a concepção espontânea sobre a forma excessivamente achatada da órbita da Terra.



Figura 25 - Slide sobre a forma da órbita de translação da Terra

Depois de explorarmos os movimentos de translação, rotação e a forma da órbita da Terra foi possível construir o material sobre os fenômenos propriamente ditos. Iniciamos com o Slide

sobre os Dias e as Noites. Nesse ponto construímos uma simples animação sobre as causas dos Dias e das Noites utilizando para isso o Microsoft Power Point (Figura 26).

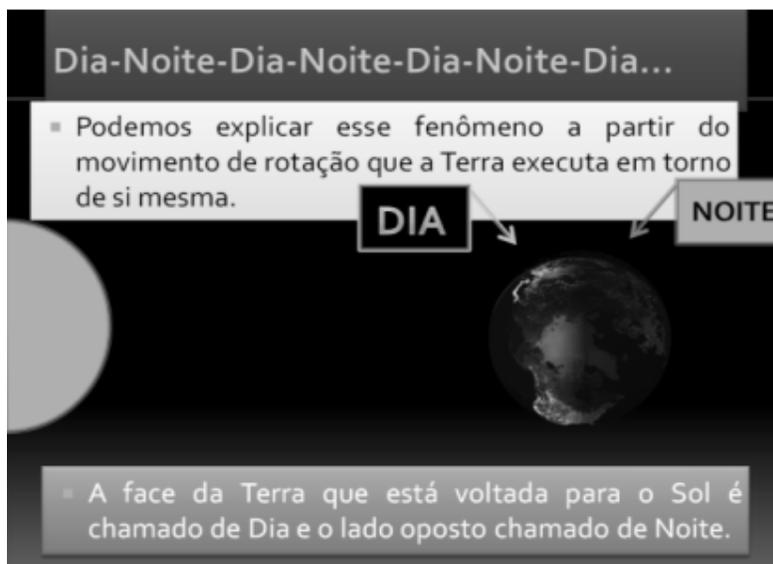


Figura 26 - Slide com animação sobre as causas do Dias e das Noites

Dando prosseguimento a diferenciação progressiva, o próximo assunto abordado foi as Estações do ano, pois esse assunto possui uma relação direta com a duração dos dias e das noites no decorrer do ano (Figura 27).

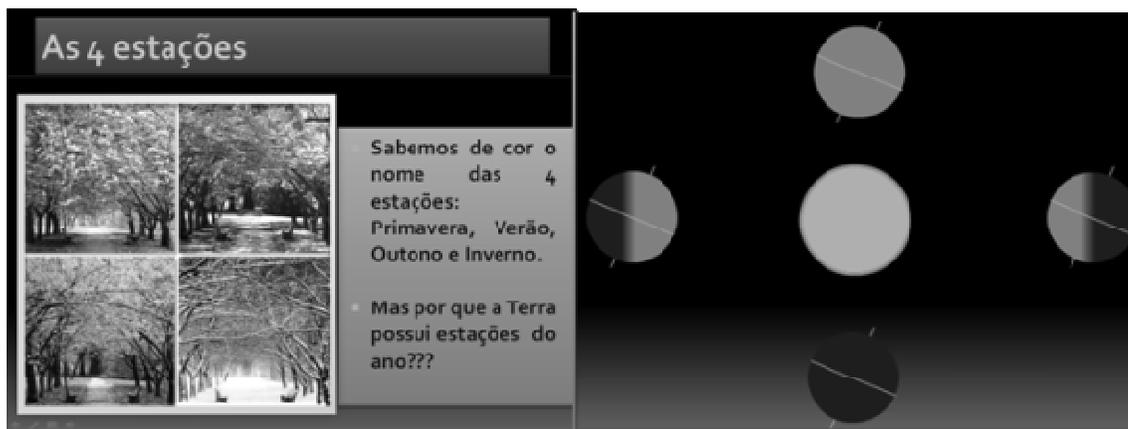


Figura 27 - Slides sobre as Estações do Ano

Ao expor os conceitos das Estações do Ano, foi possível utilizar o princípio da reconciliação integradora no momento em que foi explicitado aos alunos a relação da inclinação do eixo da Terra e o movimento de translação como a causa das Estações do Ano.

Em seguida partimos para a discussão sobre as Fases da Lua e suas causas (Figura 28). Nesse ponto foi crucial a utilização do software Celestia para criação de uma animação sobre as Fases da Lua, mostrando sua posição relativa ao Sol e a Terra. Também nesse ponto foi criado um slide com uma animação mostrando a sincronia entre a rotação da Lua sobre seu próprio eixo e a translação em torno da Terra. A consequência disso é que um observador situado na superfície da Terra sempre verá a mesma face da Lua.



Figura 28 - Slides sobre as fases da Lua e sua rotação.

O próximo assunto abordado foi os Eclipses e suas causas. Ao construir e apresentar o material referente a este assunto pode-se perceber as potencialidades oferecidas pelos recursos multimídia da informática.

Foi possível criar animações utilizando o Power Point (Figura 29) e o Stellarium (Figura 30) para mostrar o que são e quais são as causas dos Eclipses.

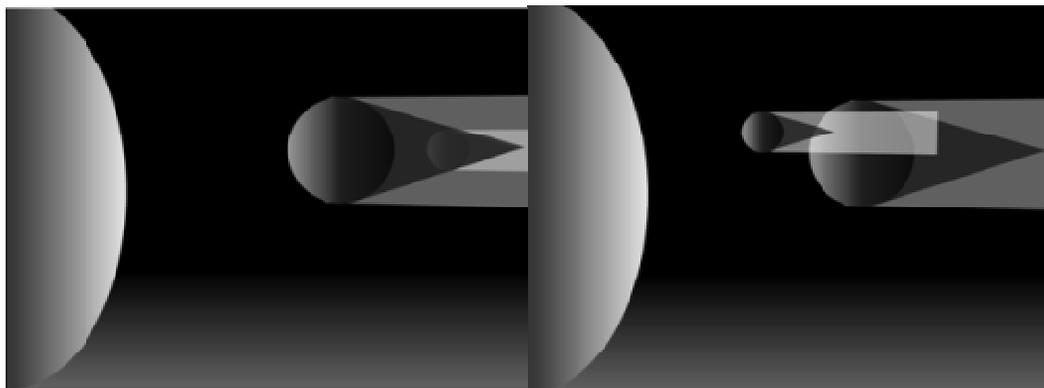


Figura 29 - Slides com animações ilustrando como acontecem os Eclipses



Figura 30 - Simulação de um Eclipse Solar Total realizado no Stellarium

Para auxiliar na compreensão sobre o porquê dos Eclipses não ocorrerem todos os meses usamos um vídeo disponibilizado no YouTube⁹ da série Ask an Astronomer¹⁰ (Pergunte a um Astrônomo) que mostra uma animação sobre a inclinação da órbita da Lua em relação a órbita de translação da Terra (Figura 31)

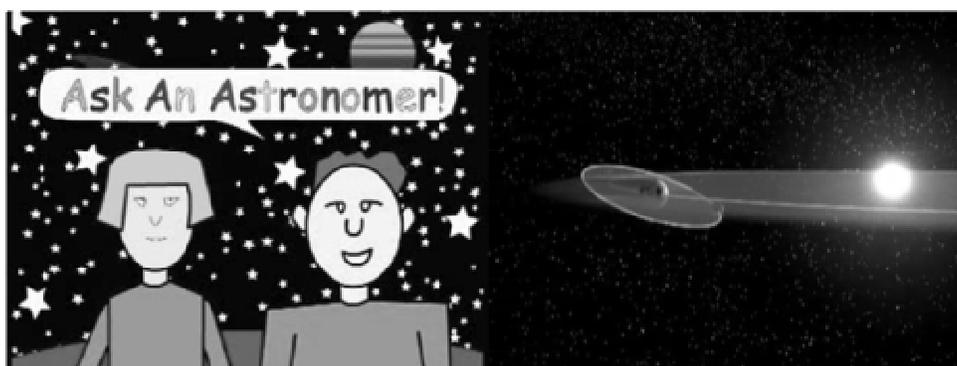


Figura 31 - Animação sobre as causas dos eclipses.

Por fim fizemos um slide contendo os assuntos que foram abordados na aula de forma a proporcionar uma revisão e solucionar as possíveis dúvidas que ainda permaneceram.

Observamos que construir o material da aula utilizando tais recursos facilitou a organização do conteúdo, e tornou a aula mais instigante. Com isso os alunos puderam visualizar como se dava os fenômenos do ponto de vista de um observador na superfície da Terra além de visualizar o mesmo fenômeno de um ponto de vista de um observador no espaço, mostrando assim toda dinâmica entre os corpos celestes envolvidos.

A discussão que fizemos até então foi sobre os procedimentos realizados para construção dos instrumentos de pesquisa. Partiremos agora para descrição das etapas que realizamos para o desenvolvimento da pesquisa.

⁹ YouTube é um site que permite que seus usuários carreguem e compartilhem vídeos em formato digital.

¹⁰ Disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=wHxWSiD_4E

3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Tendo em vista que o objetivo geral desse trabalho é investigar a incorporação de estratégias instrucionais derivadas da TAS nas etapas do CEK e sua utilização como seqüência didática para o ensino de Astronomia, devemos inicialmente atender aos objetivos específicos, explicitaremos os procedimentos metodológicos correspondente a cada um deles.

Como já foi discutido na introdução, este trabalho possui um caráter de pesquisa tanto teórico quanto empírico. O objetivo teórico de encontrar estratégias instrucionais derivadas da TAS que melhor correspondam às características descritas em cada etapa do CEK foi discutido no capítulo referente a fundamentação teórica na seção intitulada *O Ciclo da Experiência Kellyana e estratégias instrucionais da Aprendizagem Significativa: uma reconciliação integradora*. Nesta seção discorreremos sobre como ferramentas pedagógicas oriundas da TAS poderiam ser utilizadas em cada etapa do CEK, tendo em vista as particularidades apresentadas em cada etapa do ciclo.

Com o intuito de investigar atividades realizadas com uso de softwares educativos na construção do material potencialmente significativo em Astronomia, construímos um material instrucional utilizando para isso o software Microsoft Power Point 2007, juntamente com os softwares Celéstia e Stellarium, como foi descrito na seção anterior. Esse material seguiu os princípios da Diferenciação Progressiva e da Reconciliação Integradora na medida em que se partiu de conceitos mais gerais e se diferenciou para os mais específicos, além de mostrar semelhanças entre conceitos que a primeira vista pareceram díspares.

Para atender ao objetivo de verificar em que medida essa união da TAS com o CEK utilizada como uma seqüência didática trouxe benefícios para o aprendizado de conteúdos de Astronomia, iremos seguir uma metodologia, descrita na próxima seção, que nos auxiliará a analisar a contribuição de cada etapa do ciclo com sua correspondente ferramenta pedagógica.

3.4.1 Descrição das Etapas

As atividades referentes a essa pesquisa foram distribuídas em três intervenções com duração aproximada de duas horas cada intervenção.

O quadro abaixo mostra resumidamente a distribuição das atividades ao longo das três intervenções.

Intervenção	Etapa
1º Intervenção	Oficina sobre mapas conceituais
	Pré-teste
	Antecipação
2º Intervenção	Investimento
	Encontro
3º Intervenção	Confirmação ou desconfirmação
	Revisão construtiva
	Pós-teste

Quadro 4 - Resumo das etapas ocorridas em cada intervenção.

1º Intervenção

Inicialmente os sujeitos da pesquisa participaram de uma oficina sobre a fundamentação teórica e a construção de mapas conceituais. Durante a oficina foi possível apresentar e discutir a técnica de mapas conceituais e como ela está diretamente relacionada com a TAS. Apesar de Ausubel descrever a estrutura cognitiva como uma hierarquia de conceitos, ele não cita essa técnica em seus trabalhos.

O objetivo dessa prática era garantir que todos os alunos soubessem o que é um mapa conceitual e como elaborar um mapa, pois, como foi explicitado, os mapas conceituais construídos pelos alunos fizeram parte da análise de dados dessa pesquisa.

Depois da explanação teórica, foi construído um mapa conceitual coletivo utilizando-se como recurso o software CmapsTool¹¹. Com a ajuda de um projetor, a tela do CmapsTool foi visualizada no quadro, os alunos iam dando sugestões de conceitos e palavras de ligação a partir de um texto lido previamente intitulado por Os Estados Físicos da Água. A escolha do tema se deve ao fato de ser um assunto relativamente conhecido pelos estudantes e que não havia relação direta com o tema da pesquisa, visando assim não dar nenhuma informação sobre questões relativas a Astronomia de modo a não interferir no resultado do pré-teste.

¹¹ Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/>

Após a realização da oficina sobre mapas foi aplicado um pré-teste com questões de múltipla escolha envolvendo conceitos básicos de Astronomia relacionados com as Estações do Ano, os Eclipses, as fases da Lua, características físicas da Terra e da Lua e posição relativa entre os astros. O objetivo deste pré-teste era inferir quais conceitos eram os mais desconhecidos e quais concepções espontâneas esses alunos possuíam sobre o tema. O resultado do pré-teste também serviu de referência para avaliarmos a influência da sequência didática na aprendizagem dos conceitos ao confrontarmos com o pós-teste.

Esse mesmo questionário foi aplicado anteriormente em um estudo piloto e nos serviu de base para construção do organizador prévio e do material potencialmente significativo, seguindo o pressuposto ausubeliano de descobrir o que o aluno já sabe e ensiná-lo de acordo (AUSUBEL,1968).

Após a realização do pré-teste seguimos para a primeira etapa do CEK chamada de antecipação.

No momento relativo à antecipação os alunos foram apresentados ao tema da pesquisa e convidados a participarem ativamente da mesma. Foi esclarecido que os testes não seriam de forma alguma vinculados a nota de nenhuma disciplina no curso. Os alunos também foram orientados a escreverem pseudônimos no lugar de seus nomes para que fosse garantido que suas verdadeiras identidades fossem preservadas. Depois de esclarecida as dúvidas relativas as motivações e desenvolvimento da pesquisa, foi pedido aos alunos que construíssem um mapa com conceitos relativos aos fenômenos: Eclipses, Dias e Noites, fases da Lua e Estações do Ano. O mapa, como foi discutido, se constitui como uma ferramenta que auxilia a explicitação dos conceitos, assim os alunos construíssem suas hipóteses na medida em que iam relacionando os conceitos entre si. Essa etapa se mostrou como a mais complexa, pois eles tinham que recordar conceitos e como relacionar esses conceitos com os fenômenos estudados nesta pesquisa. Outro ponto que tornou a atividade um pouco complexa foi inexperiência com mapas conceituais.

2º Intervenção

Investimento: No momento relativo ao investimento foi entregue aos alunos um texto construído na estrutura de um organizador prévio versando sobre os conceitos tais como: rotação e translação, diferenciação de planetas, satélites e estrelas, conceitos estes necessários para uma melhor compreensão dos fenômenos: Eclipses, Dias e Noites, fases da Lua e Estações do ano. Como foi discutido na seção *Elaboração do Material Potencialmente*

Significativo, esse material deveria ser lido pelos alunos de modo a favorecer a formação dos subsunçores necessários para o aprendizado do material apresentado na próxima etapa.

Encontro: Nessa etapa do ciclo foi ministrada uma aula utilizando-se recursos de áudio e vídeo através de um material potencialmente significativo. Esse material foi elaborado utilizando-se animações produzidas no software PowerPoint, Celestia e Stellarium, conforme foi discutido na seção destinada a descrição da Elaboração do Material Potencialmente Significativo. Durante a aula foi possível perceber o quanto os alunos possuem interesse e muitas dúvidas a respeito de Astronomia. Muitos deles aproveitaram para esclarecer dúvidas sobre assuntos bastante veiculados nos jornais e em revistas como, por exemplo, a formação do universo, uma possível colisão com algum asteroide e sobre o futuro do universo. Isso reforça o quanto é envolvente falar de Astronomia para esse público e o quanto eles precisam dessa formação desde a graduação.

No fim da aula foi pedido que os alunos respondessem um questionário conceitual com perguntas abertas de forma a verificarmos se os conceitos foram aprendidos de forma significativa. Além desse questionário, foi pedido que eles respondessem algumas questões relativas a importância do organizador prévio entregue na etapa do investimento.

3º Intervenção

Confirmação, Desconfirmação e Revisão Construtiva: Nesse momento foi entregue aos alunos o mesmo mapa que eles fizeram na etapa da antecipação e foi pedido a eles que fizessem as modificações que eles acharam necessárias. Assim se alguma hipótese que eles haviam explicitado no mapa no momento da antecipação fosse desconfirmada depois de ter participado do encontro ela poderia ser modificada nesse novo mapa. Após a elaboração do novo mapa foi realizada uma revisão dos temas abordados no momento do encontro.

Terminada essa etapa foi pedido que os alunos respondessem o pós-teste, para que fosse possível verificar se houve uma mudança em relação aos índices de acertos, erros e dúvidas dos alunos em comparação com o pré-teste respondido no início da pesquisa.

3.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA ANÁLISE DOS DADOS

A nossa amostra foi submetida a um pré-teste (T1) que objetivou explicitar os conhecimentos prévios dos sujeitos envolvidos na pesquisa sobre o conteúdo trabalhado.

Após a intervenção foi realizado um pós-teste (T2) onde foram realizadas as análises comparando as respostas obtidas em T2 e T1.

Com base nesse delineamento podemos chama nossa pesquisa empírica de pré-experimental, onde ocorre uma observação inicial (O_1), uma intervenção (X) e uma nova observação (O_2) como descrito em Cohen (1994).

No entanto como nossa intervenção é uma sequência didática que possui diversas etapas, uma análise apenas do pré-teste e do pós-teste não seria suficiente para percebermos a contribuição de cada etapa e as dificuldades inerentes a cada uma.

Assim, ao final de cada etapa do ciclo o sujeito da pesquisa também foi avaliado, para isso foi levado em consideração os mapas construídos e testes conceituais ao final das etapas que não foram solicitados a construção de mapas.

O quadro abaixo descreve de forma esquemática o delineamento da pesquisa e construção dos dados:

Delineamento	
Grupo Experimental	O_1 X O_2 onde: $O_1 \Rightarrow T_{Pré}$ $X \Rightarrow E_1 - T_1 - E_2 - T_2 - E_3 - T_3 - E_4 - T_4$ $O_2 \Rightarrow T_{Pós}$

Quadro 5 - Delineamento da análise dos dados.

Seguimos então com a descrição de cada etapa da construção dos dados:

$T_{Pré}$ → Teste inicial: Nesse teste inicial procuramos identificar os conhecimentos prévios que os alunos participantes do curso possuem sobre os conceitos relativos ao sistema Sol-Terra-Lua.

E_1 → Primeira etapa do ciclo: Antecipação

T_1 → Analise dos mapas conceituais construídos na etapa da Antecipação levando em consideração a distribuição e relação dos conceitos que os alunos acharam mais relevantes para o entendimento dos conceitos trabalhados.

E_2 → Segunda etapa do ciclo: Investimento

T_2 → Construção de dados sobre a etapa do investimento: Foi aplicado um questionário visando identificar a importância desta etapa através da opinião do aluno.

E3 → Terceira etapa do ciclo: Encontro

T3 → Teste sobre os conceitos trabalhos na etapa do Encontro.

E4 → Quarta e quinta etapa do ciclo: Confirmação, Desconfirmação e Revisão Construtiva.

T4 → Análise dos mapas conceituais construídos na etapa da confirmação ou desconfirmação e Revisão Construtiva levando em consideração a distribuição e relação dos conceitos em comparação com o mapa elaborado no momento da antecipação.

T_{Pós} → Teste final para o mapeamento das concepções que os alunos adquiriram durante todas as etapas do ciclo.

Assim, a partir dos instrumentos de construção dos dados, apresentaremos no próximo capítulo os resultados da etapa empírica do nosso trabalho. Iremos inferir a construção de significados pelos sujeitos da pesquisa em cada etapa da sequência didática e utilizando os resultados do pré-teste e pós-teste apresentaremos um teste estatístico onde, dentro de uma margem de erro considerada aceitável, poderemos verificar se houve ou não uma influência positiva da sequência didática proposta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo iremos apresentar os resultados encontrados a partir dos dados construídos durante a pesquisa. Uma das hipóteses desta pesquisa é que uma sequência didática proposta a partir da união das estratégias instrucionais da TAS com as etapas do CEK trará ganhos significativos no aprendizado sobre conceitos relativos a Astronomia. Portanto, inicialmente iremos apresentar a análise quantitativa da pesquisa, avaliando o pré-teste e o pós-teste de forma a testar nossa segunda hipótese. Em seguida iremos apresentar a análise qualitativa onde iremos discorrer sobre os outros instrumentos de pesquisa utilizados após as etapas da sequência didática.

4.1 ANALISE DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE GERAL

4.1.1 Pré-Teste

O pré-teste foi realizado com o objetivo de se identificar que concepções os alunos possuíam sobre fenômenos relacionados a conceitos básicos de Astronomia e obter uma referência para verificarmos a influência da sequência didática no aprendizado dos conteúdos propostos. Um ponto a ser destacado é que esse mesmo pré-teste foi utilizado em um estudo piloto para que pudéssemos verificar se as questões estavam de acordo com o que ela se propunha a investigar. Além disso, o pré-teste serviu de orientação para construção do organizador prévio e do material potencialmente significativo. O pré-teste piloto foi realizado com alunos do primeiro e do último período relativo ao semestre 2009.1¹² do curso de Licenciatura em Pedagogia na Unidade Acadêmica de Garanhuns – UAG/UFRPE. Apesar de públicos diferentes foi possível observar que eles possuíam as mesmas dificuldades quando entravam no curso de Pedagogia e quando se formavam.

¹² O teste piloto foi realizado na turma de concluintes do período 2009.1, enquanto que para esta pesquisa o teste foi realizado em uma turma concluinte do período 2009.2

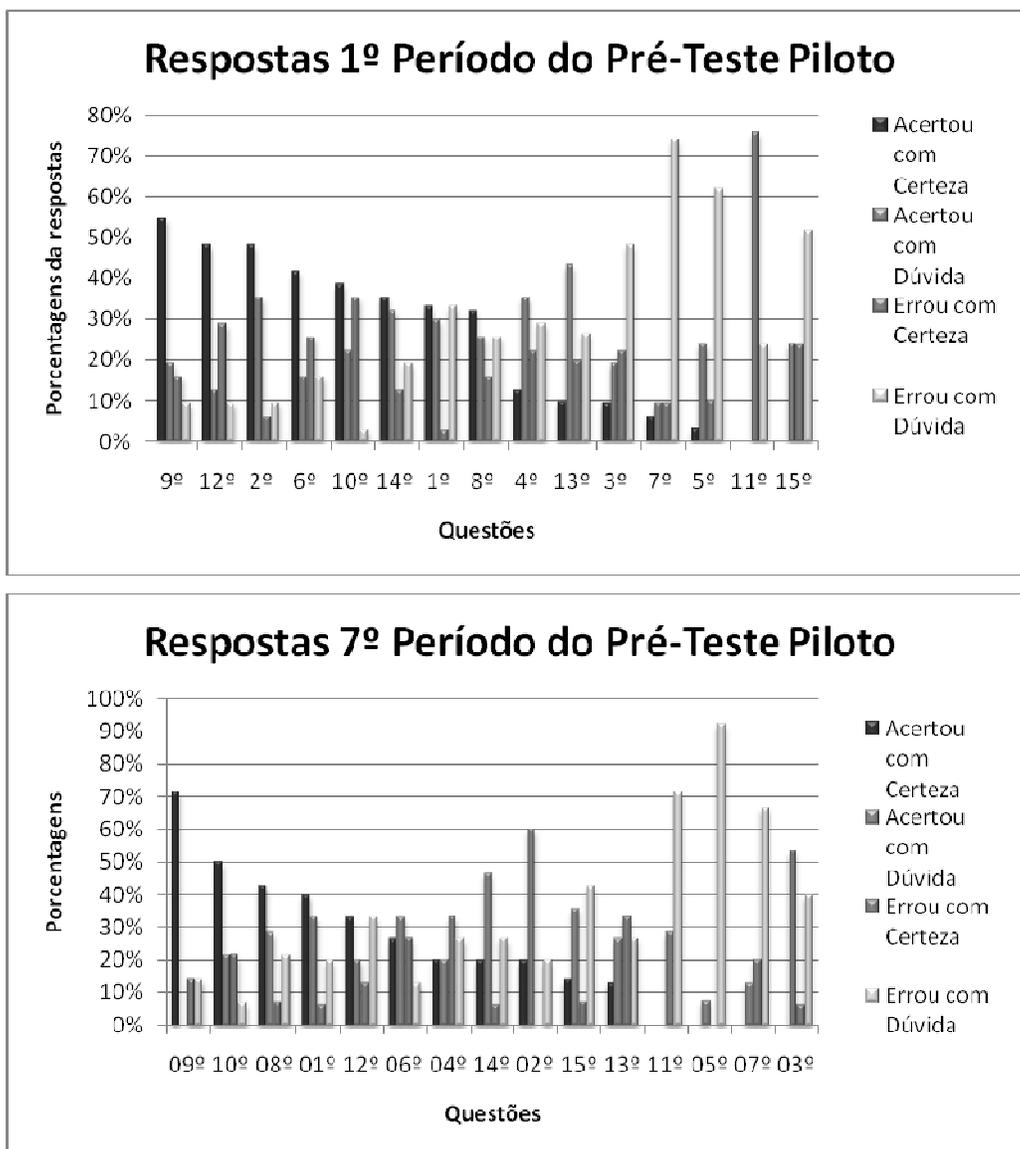


Gráfico 1 - Respostas dos alunos do primeiro (acima) e do ultimo (abaixo) período no pré-teste piloto

Através dos gráficos (Gráfico 1) podemos perceber que há um grupo de questões onde notamos um maior número de respostas corretas. E outro grupo com questões onde houve uma maior quantidade de respostas erradas. Ao observarmos as questões, verificamos que as perguntas cujas respostas dependiam apenas de conhecer o fenômeno o índice de acerto foi bem maior do que nas questões que necessitavam de uma explicação do fenômeno. Essa observação serviu de base para um artigo publicado nos Anais do ENPEC em 2009 (Apêndice H) onde é possível encontrar mais detalhadamente sobre quais concepções os alunos possuíam sobre fenômenos básicos de Astronomia.

É interessante notar que essa mesma distribuição de questões se deu também com os sujeitos da nossa pesquisa como podemos observar no Gráfico 2.

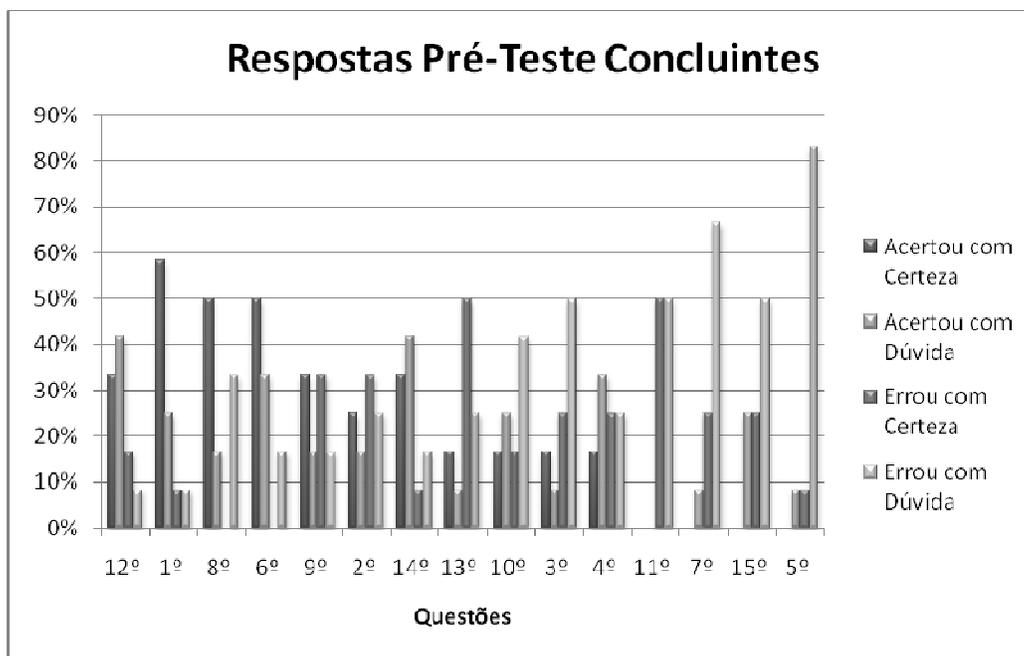


Gráfico 2 - Classificação das respostas relativas ao pré-teste.

Observando o gráfico acima podemos identificar as questões das quais inferimos as concepções alternativas que esses alunos possuem. Percebemos claramente que as questões de número 11 e 13 tiveram o maior índice de erros com certeza. Isso indica que o aluno marcou a resposta acreditando que seu modo de pensar estava correto. A questão de número 11 pedia que o aluno representasse com um desenho o movimento de translação da Terra em torno do Sol. As respostas se concentravam em desenhos com elipses bem alongadas ou em apenas o desenho do Sol e da Terra com algumas setas indicando movimento.

A questão de número 13 verificava se os alunos conheciam a causa das Estações do Ano.

As Estações do Ano (verão, outono, inverno, primavera) ocorrem em função:

- a) Da Terra estar mais próxima ou afastada do Sol, ou seja, verão quando está perto e inverno quando está longe
- b) Da inclinação do eixo de rotação da Terra juntamente com o movimento de translação
- c) Da maior ou menor emissão de luz pelo Sol, ou seja, do Sol está mais “frio” ou mais “quente”
- d) Apenas da translação da Terra, ou seja, do movimento que a Terra faz em torno do

Sol.				
e) Se você discorda de todas as alternativas acima escreva sua resposta no espaço abaixo.				
Quantitativo das alternativas marcadas				
A	B	C	D	E
25%	25%	0%	50%	0%

Quadro 6 - Questão de número 13, alternativas e quantitativo de resposta

Pela distribuição das respostas (Quadro 6) podemos perceber que metade dos alunos respondeu que as Estações do ano eram causadas apenas pela translação da Terra em volta do Sol. Essa é uma das concepções alternativas mais documentadas na literatura sobre o tema sendo também encontrada em livros didáticos (CANALLE, 2003; LANGHI; NARDI, 2007)

4.1.2 Pós-teste

Com o intuito de verificar a influência do método, aplicamos um pós-teste com as mesmas questões utilizadas no início da pesquisa. O pós-teste foi realizado ao fim de todas as etapas do CEK, assim, partimos da premissa de que se compararmos os resultados do pré-teste e pós-teste poderemos testar a hipótese deste trabalho.

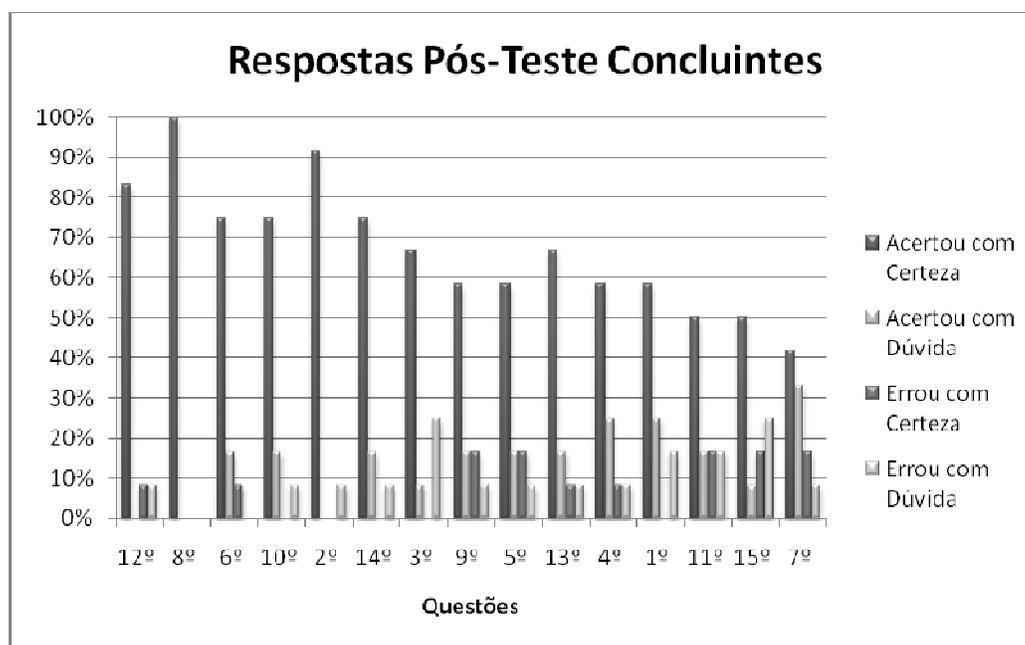


Gráfico 3 - Quantitativo das respostas no pós-teste

Pelo Gráfico 3 - Quantitativo das respostas no pós-teste é possível perceber o grande número de acertos marcados com certeza pelos alunos. Isso indica, como também mostra o gráfico, que o índice de erros e dúvidas diminuiu. Ainda assim percebemos que em algumas questões observa-se um índice menor de acertos, como as questões de número 11, 15 e 7. Percebemos também que alguns alunos ainda responderam questões erradamente, mas acreditando estarem corretos, demonstrando a persistências de algumas concepções alternativas

A tabela abaixo mostra mais detalhadamente a quantidade de respostas dada pelos alunos na categoria acertou com certeza:

Alunos	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	Média Geral
Pré-Teste	5	4	6	4	3	3	7	1	1	3	3	2	3,5
Pós-Teste	13	10	15	6	9	11	13	9	8	10	9	8	10,1

Quadro 7 - Quantitativo de respostas da categoria Acertou com Certeza por aluno.

O histograma da distribuição de acertos marcados com certeza permite uma visualização gráfica do índice de acertos no pré-teste e no pós-teste.

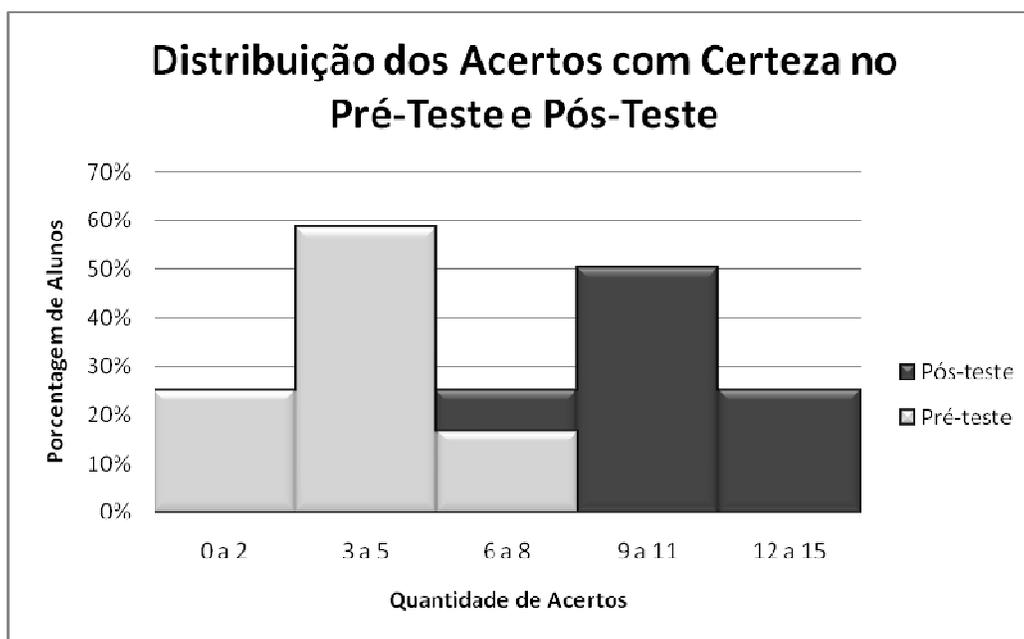


Gráfico 4 - Histograma da distribuição da quantidade de Acertos com Certeza no Pré-Teste e Pós-Teste.

Percebemos através dos histogramas (Gráfico 4) e da tabela (Quadro 7) que houve um deslocamento positivo da média geral no pós-teste em relação ao pré-teste. A distribuição

também se tornou mais homogênea no pós-teste onde 50% dos alunos tiveram acertos em torno da média e a grande maioria acertou mais da metade da prova.

Mesmo observando que houve um aumento na média de 3,5 no pré-teste para 10,1 no pós-teste, precisamos de um critério que indique que realmente esse aumento foi devido à sequência didática ou se deve apenas ao acaso. Para isso foi realizado um teste estatístico que indicará se as duas médias possuem uma diferença estatisticamente significativa ou não. Como nossa amostra possui menos de 30 elementos ($n < 30$) e os dados são analisados aos pares, iremos utilizar o Teste t-Student para duas amostras pareadas que nos indicará um intervalo de confiança onde podemos testar nossas hipóteses.

Para iniciarmos a análise teremos que primeiramente definir as hipóteses do nosso teste:

Hipótese Nula H_0 : Não há diferença significativa entre as médias.

Hipótese Alternativa H_1 : Há uma diferença significativa entre as médias e indicam que houve uma melhora nos índices de acertos no pós-teste.

Como a definição das hipóteses sugere um sentido, ou seja, que X_1 (média no pré-teste) $<$ X_2 (média no pós-teste), teremos que aplicar um teste t para duas amostras pareadas monocaudal à esquerda.

Para auxiliar no processo de análise utilizamos o pacote estatístico XLSTAT 2010 esse pacote se integra ao Microsoft Excel 2007 possibilitando uma série de testes estatísticos, de organização e análise de dados. Escolhemos como 5% o nível de significância do teste, ou seja, existem 5% de chance de se rejeitar a hipótese H_0 sendo esta verdadeira, esse nível de significância é bem aceito nas pesquisas da área de ciências humanas.

A tabela abaixo ilustra os dados gerados através do XLSTAT 2010.

Tabela 1- Dados gerados pelo XLSTAT 2010.

Teste t para duas amostras pareadas / Teste unilateral à esquerda:	
Diferença	-6,583
t (Valor observado)	-12,800
t (Valor crítico)	1,796
GL	11
p-valor (unilateral)	< 0,0001
Alfa	0,05

Os parâmetros gerados pelo XLSTAT 2010 podem ser vistos na tabela acima (Tabela 1). O parâmetro Diferença representa a diferença entre as médias alcançadas no pré-teste e no pós-teste definida por $X_1 - X_2$, onde X_1 é a média obtida no pré-teste e X_2 é a média obtida no pós-teste. O fato deste parâmetro ser negativo indica que a média no pós-teste foi maior que no pré-teste. O parâmetro t(Valor observado) corresponde ao valor de t calculado através do software Estatístico. O t(Valor crítico) corresponde ao valor de t encontrado na tabela da distribuição t-Student correspondente ao grau de liberdade 11 (definido como $GL = n - 1$) e nível de significância de 5%. O parâmetro p-valor indica a probabilidade de se encontrar uma amostra que se encontre na hipótese nula, ou seja, enquanto menor o p-value mais difícil de aceitar a hipótese nula. O parâmetro alfa indica o nível de significância adotado.

A partir dos dados podemos afirmar que, como o p-valor calculado é menor que o nível de significância $\alpha = 0,05$, deve-se rejeitar a hipótese nula H_0 em favor da hipótese alternativa H_1 e o risco de rejeitar a hipótese nula H_0 quando ela é verdadeira é menor do que 0,01%. Outra forma de se chegar a mesma conclusão é analisando o valor de t(Valor observado). Como o teste foi unilateral à esquerda, então:

Se $t_o \geq -t_c$, então aceitaríamos a hipótese H_0 .

Se $t_o < -t_c$, então rejeitaríamos a hipótese H_0 em favor da hipótese H_1 .

Como no nosso caso $t_o < -t_c$, então com um nível de significância de 5% rejeitamos a hipótese H_0 em favor da hipótese H_1 .

Sendo assim encontramos como resultado que a um nível de significância de 5% que a sequência didática contribuiu positivamente para o aumento dos índices de acertos no pós-teste.

Outro fator que iremos analisar é a categoria Errou com Certeza, pois, como foi dito anteriormente, é através dessa categoria que podemos inferir as concepções alternativas que os alunos possuem.

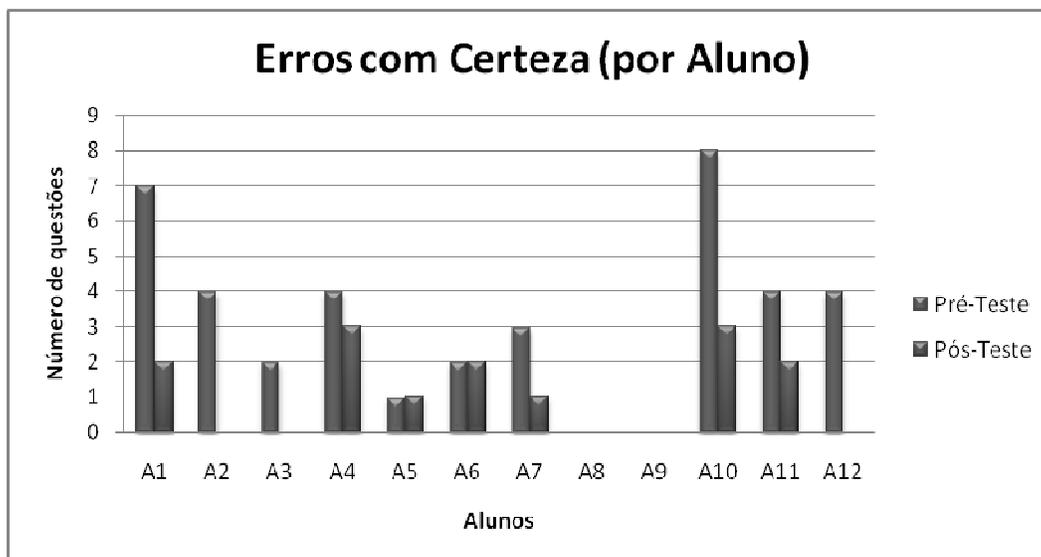


Gráfico 5 - Diferença entre o Pré-teste e o Pós-teste na categoria Erros com Certeza (por aluno)

Observando os gráficos acima (Gráfico 5) percebemos que a quantidade de respostas da categoria Erro com Certeza diminuiu em relação ao pré-teste. No entanto, apesar da influência positiva na quantidade acertos entre o pré-teste e o pós-teste, alguns alunos permaneceram com alguns indícios de concepções alternativas.

Mesmo com a persistência das concepções espontâneas, iremos analisar estatisticamente se houve uma diminuição significativa das respostas pertencentes à categoria dos erros com certeza entre o pré-teste e o pós-teste.

Nossas hipóteses nesse caso são:

Hipótese nula H_0 : Não há diferença significativa entre as médias.

Hipótese alternativa H_1 : Hipótese Alternativa H_1 : Há uma diferença significativa entre as médias e indicam que houve uma diminuição significativa das respostas erro com certeza no pós-teste.

Mais uma vez utilizando o XLSTAT 2010, obtemos a seguinte tabela:

Tabela 2 - Dados gerados pelo XLSTAT 2010

Teste t para duas amostras pareadas / Teste unilateral à direita:	
Diferença	2,083
t (Valor observado)	3,654
t (Valor crítico)	1,796

GL	11
p-valor (unilateral)	0,002
Alfa	0,05

A partir dos dados da Tabela 2 podemos afirmar que como o p-valor calculado é menor que o nível de significância $\alpha=0,05$, deve-se rejeitar a hipótese nula H_0 em favor da hipótese alternativa H_1 e o risco de rejeitar a hipótese nula H_0 quando ela é verdadeira é menor do que 0,2%. Outra forma de se chegar a mesma conclusão é analisando o valor de t (Valor observado). Como o teste foi unilateral à direita, então:

Se $t_o < t_c$, então aceitaríamos a hipótese H_0 .

Se $t_o > t_c$, então rejeitaríamos a hipótese H_0 em favor da hipótese H_1 .

Como no nosso caso $t_o > t_c$, então com um nível de significância de 5% rejeitamos a hipótese H_0 em favor da hipótese H_1 .

Sendo assim encontramos como resultado que a um nível de significância de 5% a sequência didática contribuiu para que houvesse uma diminuição na quantidade de respostas da categoria errou com certeza, inferindo assim uma diminuição das concepções alternativas apresentadas pelos alunos.

Após a análise do pré-teste e pós-teste para todos os participantes da pesquisa, iremos na próxima seção analisar individualmente os instrumentos de pesquisa utilizados em cada etapa da sequência didática.

4.2 ANÁLISE INDIVIDUAL DE CADA ETAPA

Um dos objetivos desta pesquisa é analisar a influência da sequência didática baseada no CEK e TAS. Na seção anterior pudemos mostrar que houve uma influência positiva nos resultados do pós-teste realizado pelos alunos. No entanto também é importante observamos a influência de cada etapa nesse processo de aprendizagem. Como analisar todo o volume de dados coletados para esse trabalho se tornaria inviável devido os objetivos dessa dissertação, escolhemos os dados de quatro alunos para uma análise detalhada de cada etapa da sequência didática que foi implementada. Esses quatro alunos foram escolhidos através da diferença de acertos entre o pré-teste e o pós-teste, dois alunos que tiveram os maiores índices e dois

alunos que tiveram os menores índices. Os alunos escolhidos foram nomeados por A1, A3 A4 e A5. Dessa forma poderemos analisar de forma mais detalhada o processo pelo qual passou cada aluno e assim indicar quais vantagens e dificuldades encontradas na implementação da sequência. Optamos por não seguir a sequência cronológica das etapas e sim a sequência mostrada no Quadro 8 desta forma torna-se mais fácil comparar as diferenças entre o pré-teste e pós-teste e os mapas elaborados na Antecipação e na Revisão Construtiva.

Pré-teste → Pós-teste → Mapa da Antecipação → Mapa da Confirmação, Desconfirmação e Revisão Construtiva → Investimento → Encontro

Quadro 8 - Sequência das etapas analisadas na discussão dos resultados.

Na próxima seção iniciaremos nossa análise a partir dos resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste realizados pelos alunos antes e depois da sequência didática.

4.2.1 Análise do Pré-teste e Pós-teste

Na seção destinada à análise quantitativa tivemos uma visão geral do resultado do pré-teste e pós-teste realizado com todos os participantes da pesquisa. Foi verificado que houve uma melhora significativa no índice de acerto e uma diminuição do índice da categoria Erros com Certeza.

Nessa seção iremos verificar individualmente, para os quatro alunos escolhidos dentre os participantes da pesquisa, as mudanças que ocorreram nas respostas dadas por esses alunos no início da sequência didática (pré-teste) e ao concluí-la (pós-teste).

4.2.1.1 Análise do Pré-teste

Como dito anteriormente essa etapa visa identificar quais os conhecimentos básicos de Astronomia os alunos concluintes de pedagogia possuíam. Nesta seção iremos observar o resultado do pré-teste de cada aluno escolhido para análise completa dos dados. Iremos dar ênfase nas possíveis concepções alternativas e nos fatos que os alunos marcaram com dúvidas, verificando se no teste realizado no final da sequência indicou ou não uma diminuição dessas dúvidas e concepções.

4.2.1.2 Aluna 1

O primeiro sujeito da pesquisa que vamos analisar as respostas é do sexo feminino, não leciona e já participou de palestra ou curso de Astronomia, iremos nos referir a essa aluna por A1.

O gráfico abaixo mostra o resultado do pré-teste de A1

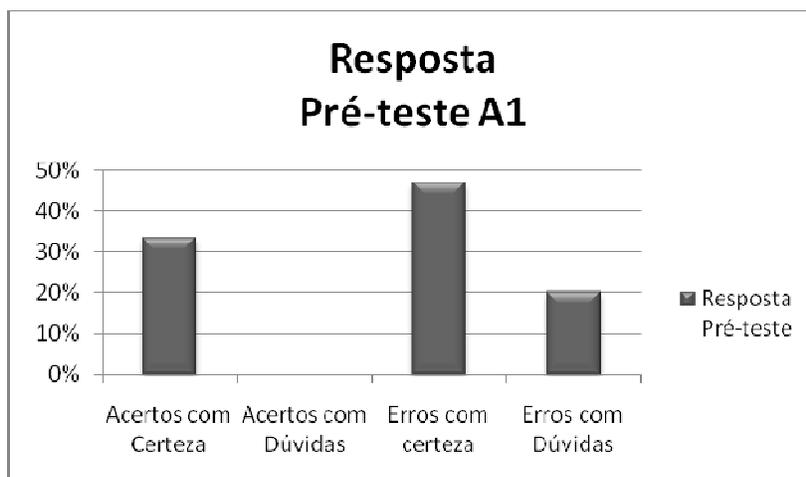


Gráfico 6 - Respostas do pré-teste de A1.

Percebemos pelo gráfico acima (Gráfico 6) o grande índice de erros que foram marcados com certeza. Como já foi dito anteriormente isso é uma forte indicação que o aluno possui concepções alternativas sobre os fenômenos investigados. As concepções alternativas que pudemos inferir a partir de suas respostas foram:

- O Eclipse do Sol pode ser visto em qualquer lugar da Terra desde que seja Dia.
- A causa de não haver eclipses mensalmente é devido à inclinação do eixo da Terra.
- Ao invés de uma, possuímos quatro Luas que vão se alternando seguindo a ordem: Lua Cheia, Lua Minguante, Lua Nova e Lua Crescente.
- A Lua é um corpo luminoso, ou seja, emite luz.
- As estrelas (excluindo o Sol) estão mais próximas da Terra do que Plutão.
- A trajetória da Terra em volta do Sol é uma elipse excessivamente alongada.
- As Estações do Ano são causadas apenas pelo movimento de translação da Terra.

A categoria de respostas Errou com Dúvida e Acertou com Dúvida, foram consideradas um indicativo de que o aluno não tinha conhecimento prévio a respeito do fenômeno. Baseados nessa premissa e levando em consideração as respostas marcadas com dúvida podemos dizer que A1 não conhecia ou possuía dúvida com relação aos seguintes fatos:

- A oposição das estações nos diferentes hemisférios.
- A Lua apresentar sempre a mesma face voltada para Terra.
- Em qual fase da Lua, esta se encontra mais próxima do Sol

Após identificarmos as concepções alternativas e os fatos que foram marcados com dúvidas iremos a seguir analisar o pós-teste realizado por A1 após a sequência didática.

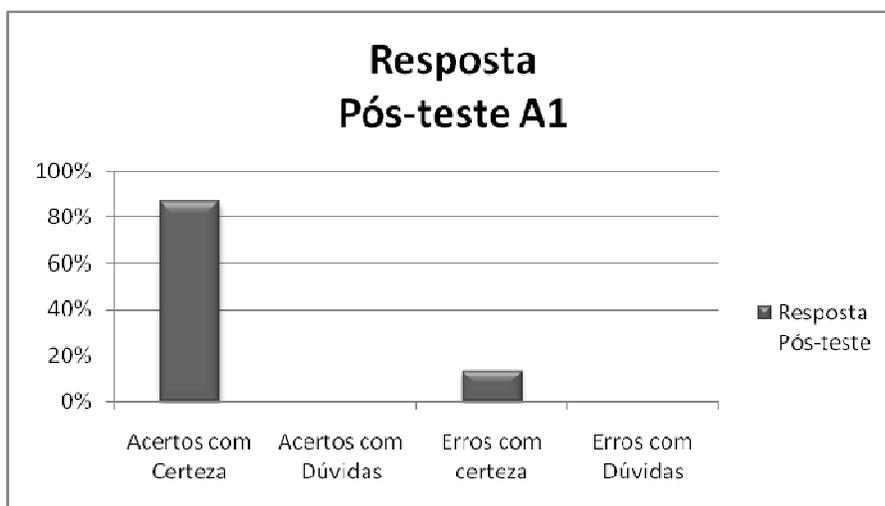


Gráfico 7 - Respostas do pós-teste de A1.

O Gráfico 7 mostra um aumento significativo nas respostas da categoria Acertou com Certeza, uma diminuição das respostas na categoria Erros com Certeza e uma ausência de respostas das categorias Acertos com Dúvidas e Erros com Dúvidas.

Mesmo após a sequência didática percebemos que A1 marcou algumas questões que foram enquadradas na categoria Errou com Certeza. Essas questões versavam sobre as fases da Lua e da distância relativa dos astros em relação à Terra e foram respondidas da mesma forma que no pré-teste. Ou seja, podemos inferir que não houve um aprendizado desses tópicos por parte do aluno A1.

4.2.1.3 Aluna 3

O segundo sujeito da pesquisa que vamos analisar é do sexo feminino, não leciona, não deu aula com conteúdos de Astronomia e participou de cursos ou palestras da área. Iremos nos referir a essa aluna por A3.

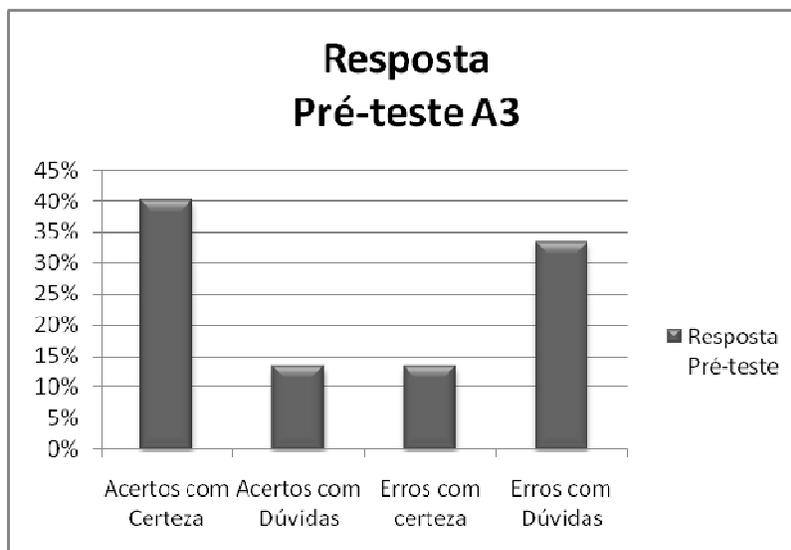


Gráfico 8 - Respostas do pré-teste de A3

Podemos observar que esta aluna acertou um número considerável de questões se comparada ao outros sujeitos da pesquisa. Ainda assim foi possível identificar algumas concepções alternativas tais como:

- A Lua não possui rotação em torno do seu eixo.
- A trajetória da Terra em volta do Sol é uma elipse excessivamente alongada.

Além dessas concepções alternativas podemos identificar que A3 possui dúvidas ou desconhece alguns fenômenos tais como:

- Fase da Lua em que ocorrem os eclipses da Lua e do Sol.
- Área de visibilidade do Eclipse do Sol.
- O porquê de não haver eclipses todos os meses.
- A causa das fases da Lua.
- Proximidade de alguns astros em relação ao planeta Terra.
- Forma da Lua
- Fase da Lua em que esta se encontra mais próxima do Sol.

Iremos analisar agora o pós-teste realizado por A3

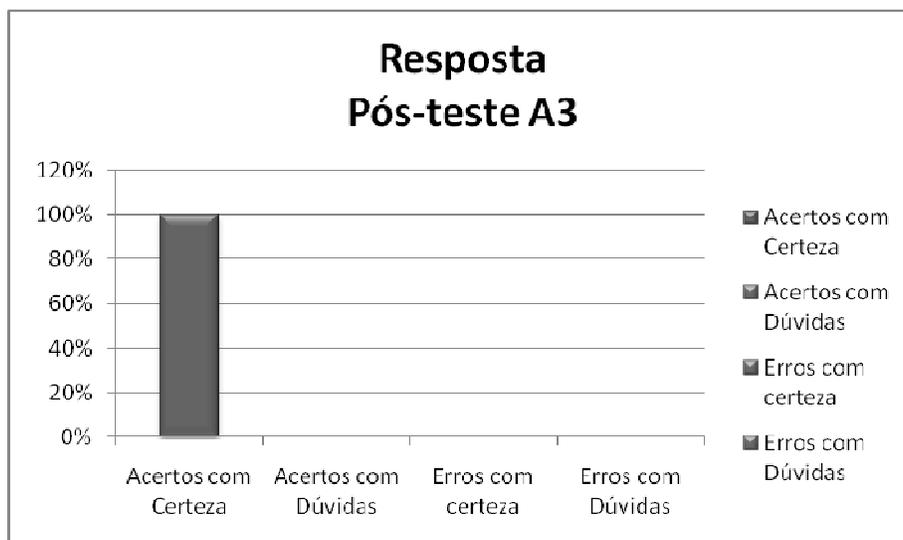


Gráfico 9 - Respostas do pós-teste de A3

No pós-teste realizado por A3 percebemos que houve 100% de Acertos com Certeza (Gráfico 9). Esse foi um caso único dos alunos envolvidos na pesquisa, pois foi a única que obteve um índice de acertos de seis respostas corretas para quinze respostas na categoria Acertou com Certeza.

4.2.1.4 Aluno 4

O quarto sujeito de pesquisa que vamos analisar é do sexo masculino, leciona no ensino fundamental, já deu aula com conteúdos de Astronomia, no entanto nunca participou de cursos ou palestras da área. Iremos nos referir a esse aluno por A4.

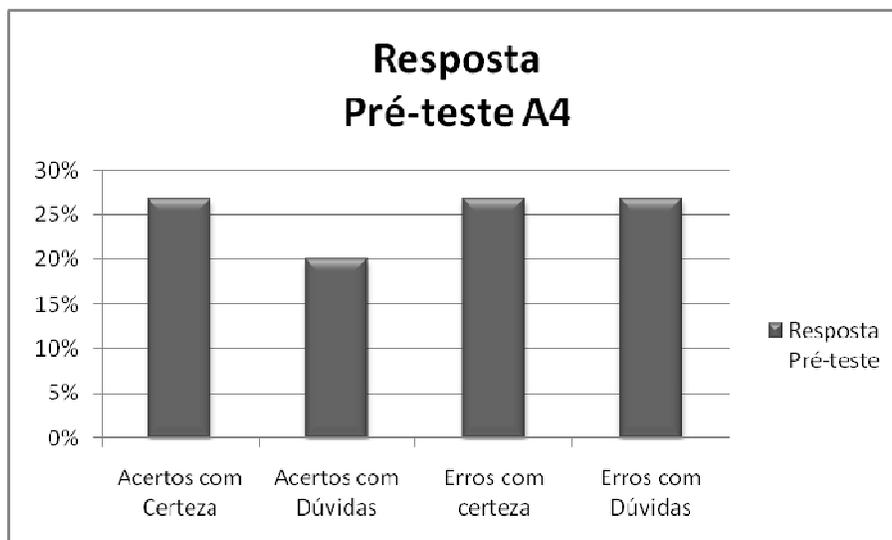


Gráfico 10 - Respostas do pré-teste de A4

Continuando a identificar as concepções alternativas dos alunos, iremos agora inferir a partir dos “Erros com Certeza” (Gráfico 10) que concepções A4 possuía no momento do pré-teste:

- A causa de não haver eclipses mensalmente é devido à inclinação do eixo da Terra.
- Forma da Terra exageradamente achatada.
- A trajetória da Terra em volta do Sol é uma elipse excessivamente alongada.
- As Estações do Ano são causadas pela distancia da Terra em relação ao Sol.

Na categoria Erros com Dúvidas podemos inferir que A4 desconhece ou possui dúvidas em relação aos seguintes fenômenos:

- Fase da Lua em que ocorrem os eclipses da Lua e do Sol.
- O porquê da Lua sempre apresentar a mesma face quando vista da Terra.
- A diferença entre a duração dos dias claros nas diferentes Estações do Ano.
- Fase da Lua em que esta se encontra mais próxima do Sol.

Analisando o pós-teste veremos se houve alguma alteração nessas concepções:

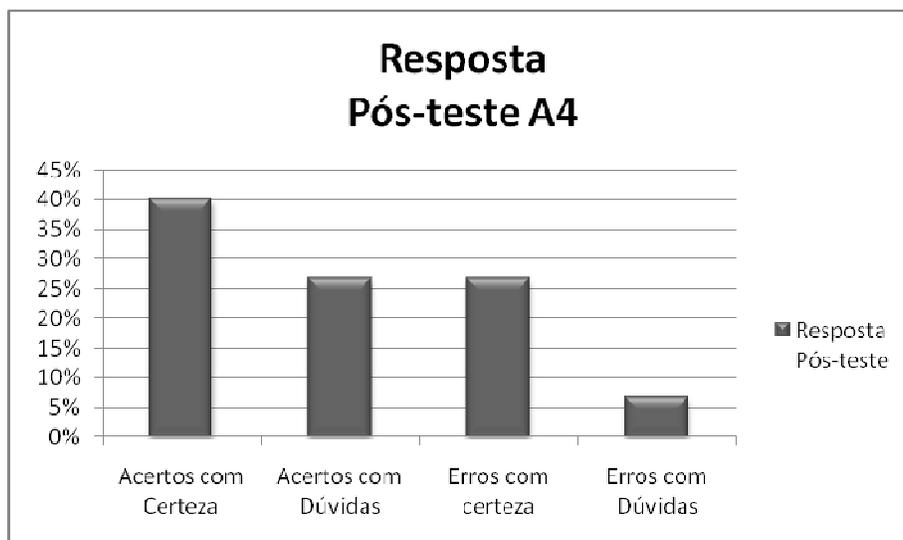


Gráfico 11 - Respostas do pós-teste de A4

Comparando os gráficos do pré-teste (Gráfico 10) e do pós-teste (Gráfico 11) percebemos que houve um pequeno aumento na quantidade de acertos, no entanto as respostas da categoria Erros com Certeza continuaram com os mesmos índices. A diminuição dos Erros com Dúvidas fizeram com que os índices de Acertos com Dúvidas e Acertos com Certeza aumentassem. Em linhas gerais, podemos perceber que esse aluno permaneceu com muitas dúvidas a respeito do tema e continuou com as concepções que haviam sido identificadas no pré-teste. Houve apenas algumas modificações em suas respostas como o acerto na questão sobre a causa das Estações do Ano e sobre a aparência física da Lua.

4.2.1.5 Aluna 5

O quinto sujeito de pesquisa que vamos analisar é do sexo feminino, não leciona e nunca participou de cursos ou palestras da área. Iremos nos referir a essa aluna por A5.

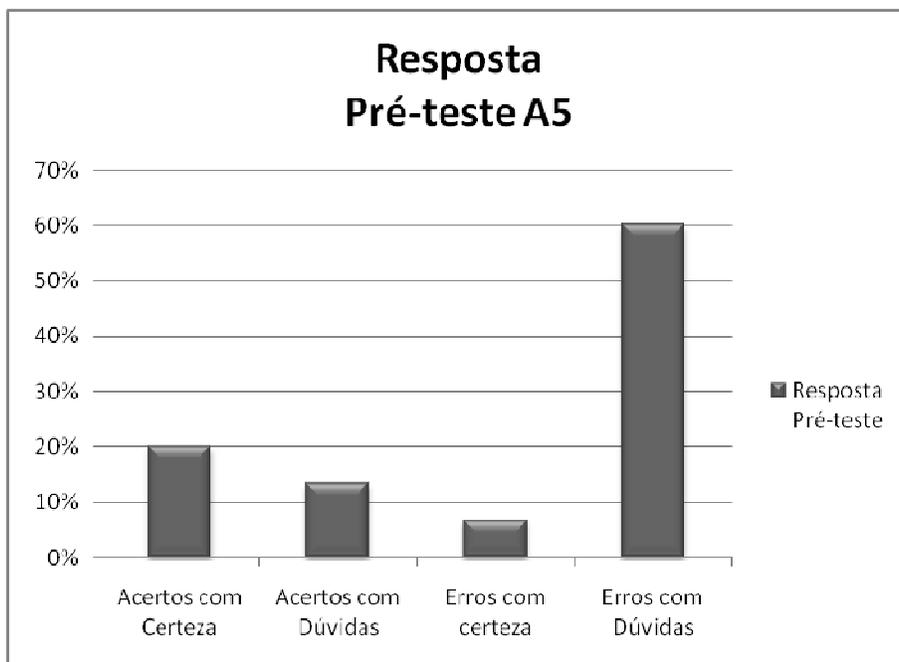


Gráfico 12 - Respostas do pré-teste de A5.

Percebemos que o índice de erros (Gráfico 12) foi bastante significativo com A5, indicando um grande desconhecimento ou dúvida sobre esses fenômenos e indicando uma concepção alternativa.

Das alternativas que foram classificadas nas categorias Acertos com Dúvidas e Erros com Dúvidas podemos inferir que A5 possui dúvida ou desconhece os seguintes fenômenos:

- Fase da Lua em que ocorrem os eclipses da Lua e do Sol.
- Área de visibilidade do Eclipse do Sol.
- O porquê de não haver eclipses todos os meses.
- O fato da Lua apresentar sempre a mesma face voltada para Terra.
- Possibilidade de ver a Lua durante o dia.
- Proximidade de alguns astros em relação ao planeta Terra.
- A aparência física da Lua.
- A trajetória que a Terra executa em sua órbita.
- Fase da Lua em que esta se encontra mais próxima do Sol.

A seguir analisaremos o pós-teste e verificaremos se houve alguma alteração no padrão de respostas.

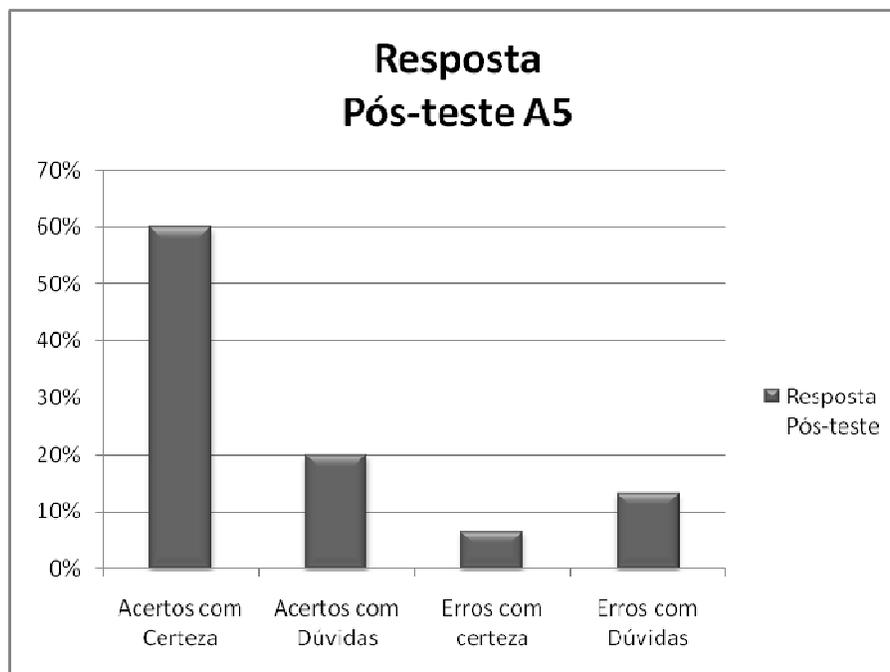


Gráfico 13 - Respostas do pós-teste de A5.

Pelo Gráfico 13 podemos perceber que houve um aumento significativo da quantidade de acerto em relação ao pré-teste realizado por A5. Mesmo assim ainda é possível identificar que há questões que foram respondidas com dúvidas e também na categoria Erros com Certeza. Ainda permaneceram dúvidas quanto fases da Lua, sobre a órbita da Terra e sobre a proximidade de alguns astros em relação a Terra.

Nesta seção foram analisadas respostas de quatro participantes da pesquisa. O intuito foi identificar às quantidades de acertos e erros dando ênfase as concepções alternativas que puderam ser inferidas a partir das respostas. Percebemos que de um modo geral a sequência didática provocou mudanças no padrão de respostas dos alunos, sabemos, no entanto que a aprendizagem é um fenômeno idiossincrático e esse fato ficou claro diante dos diferentes níveis de modificação das respostas apresentados pelos alunos.

4.2.2 Mapas da Antecipação

Como foi explicado na metodologia, durante a etapa da antecipação foi pedido ao aluno que elaborasse um mapa conceitual sobre os fenômenos: Fases da Lua, Eclipses, Estações do Ano e Dias e Noites.

Na discussão dos mapas conceituais vamos levar em consideração os seguintes aspectos:

Número de conceitos: Um mapa com um pequeno número de conceitos revela-se pobre na medida em que, ou o aluno possuía apenas um número pequeno de conceitos sobre o fenômeno, ou que ele possuía mais conceitos do que os elencados no mapa, mas não consegue relacionar com o fenômeno. Assim, pelo número de conceitos podemos inferir o quanto o aluno conhece sobre um determinado assunto.

Hierarquias: Segundo a TAS nossa estrutura cognitiva possui conceitos hierarquizados de acordo com o grau de generalidade do conceito. A TCP também fala de hierarquização de construtos existindo construtos mais gerais e mais específicos. Assim, a presença de hierarquias nos mapas conceituais é uma indicação de que os alunos percebem que para determinados fenômenos há conceitos mais gerais ou mais importantes e conceitos mais específicos ou secundários. Dessa forma, iremos observar se os alunos elaboraram o mapa com uma estrutura hierárquica ou não.

Ligações válidas: Além de organizar o mapa hierarquicamente é importante que os alunos escolham bem quais palavras de ligação colocar entre os conceitos. Chamaremos de ligações válidas quando as palavras de ligação levam a uma relação correta entre os conceitos.

Analisaremos agora o mapa produzido por A1 durante a etapa da antecipação.

4.2.2.1 Mapa de A1

O mapa conceitual elaborado pela A1 pode ser visto na Figura 32.

Quanto ao número de conceitos, percebemos que A1 elenca apenas onze conceitos. Mesmo sendo poucos podemos dizer que esses conceitos são os mais significativos para esse aluno nesse momento. No mapa há uma indicação de que ela inicialmente fez uma lista de conceitos (d1) relevantes sobre os fenômenos pedidos, essa prática foi sugerida para facilitar o trabalho de elaboração do mapa. Vale salientar que esses conceitos foram escolha dela, o pesquisador apenas orientou que os alunos fizessem uma lista dos conceitos relevantes para que depois montassem o mapa. Nota-se também que ela escolhe um conceito chave (d2) como o mais geral e importante e dele diferencia os demais. Outro ponto que podemos destacar é que a aluna desconhece o fato de que Plutão não é mais considerado como planeta, assim o Sistema Solar passa a possuir oito planetas e não nove (d3) como consta em seu mapa.

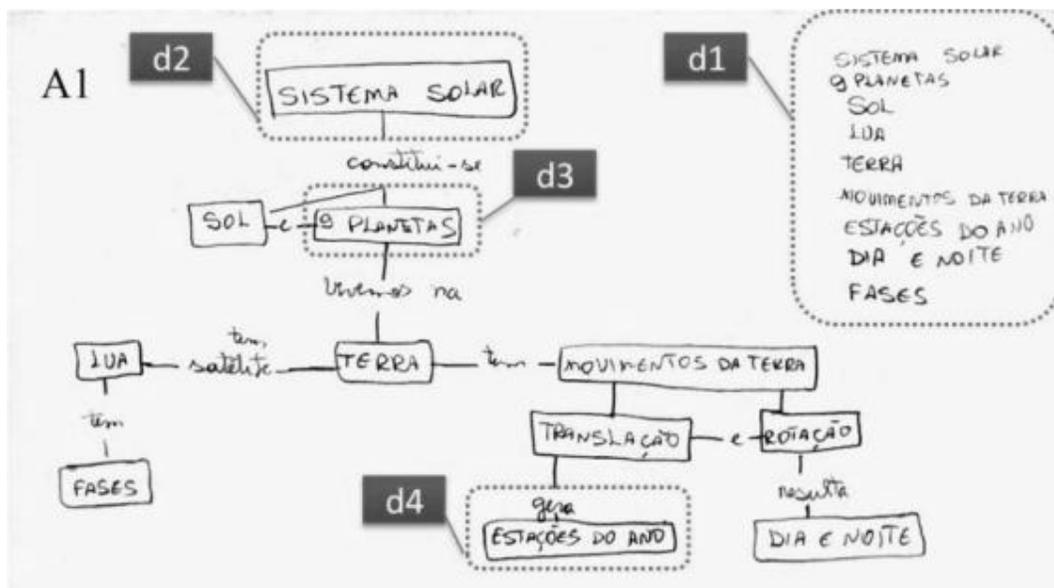


Figura 32 - Mapa conceitual elaborado por A1 na Etapa da Antecipação.

Pela Figura 32 percebemos que há claramente a tentativa de se fazer um mapa hierárquico, tendo o conceito de *Sistema Solar* no topo do mapa, ou seja, como conceito mais geral e os conceitos de *Estações do Ano*, *Dia e Noite* e *Fases* como sendo mais específicos, ficando na base do mapa. No entanto, a hierarquia não está presente em todos os níveis, pois ela coloca os conceitos: *Lua*, *Terra* e *Movimentos da Terra* no mesmo nível, quebrando assim a noção de hierarquia presentes no topo e na base do mapa.

Quanto às palavras de ligação percebe-se que algumas delas remetem a concepções alternativas como a ligação entre o conceito *Translação* e *Estações do Ano* (d4). Utilizando a palavra *gera* podemos inferir que A1 só leva em consideração o movimento de translação na explicação do fenômeno das *Estações do Ano*. Essa visão foi confirmada pelo questionário onde ela respondeu a alternativa que relacionava apenas a translação com as *Estações do Ano*. Outra concepção que podemos inferir é que o *Sistema Solar* é constituído apenas pelo *Sol* e pelos *Planetas*, deixando de fora outros astros celestes como os *asteróides* e *cometas*.

4.2.2.2 Mapa de A3

O mapa elaborado por A3 pode ser visto na Figura 33:

O mapa construído por A3 possui apenas onze conceitos, podemos considerar esse número como pouco se compararmos com a quantidade de conceitos envolvidos nos fenômenos estudados.

Percebemos que esse mapa não possui palavras de ligação, a ausência dessas palavras de ligação dificulta uma melhor análise do mapa, no entanto, mesmo nessas condições, podemos inferir que há uma relação direta entre os conceitos do ponto de vista do aluno.

Por exemplo, no mapa percebemos a ligação entre o conceito *translação* e o conceito *Estações do Ano*. Isso significa que o aluno encontra uma relação entre a Translação da Terra as Estações do Ano (d1), mesmo sem que haja uma palavra de ligação indicando como o aluno percebe tal relação. Outra relação dessa forma é encontrada entre os conceitos *rotação* e *dia e noite* (d2).

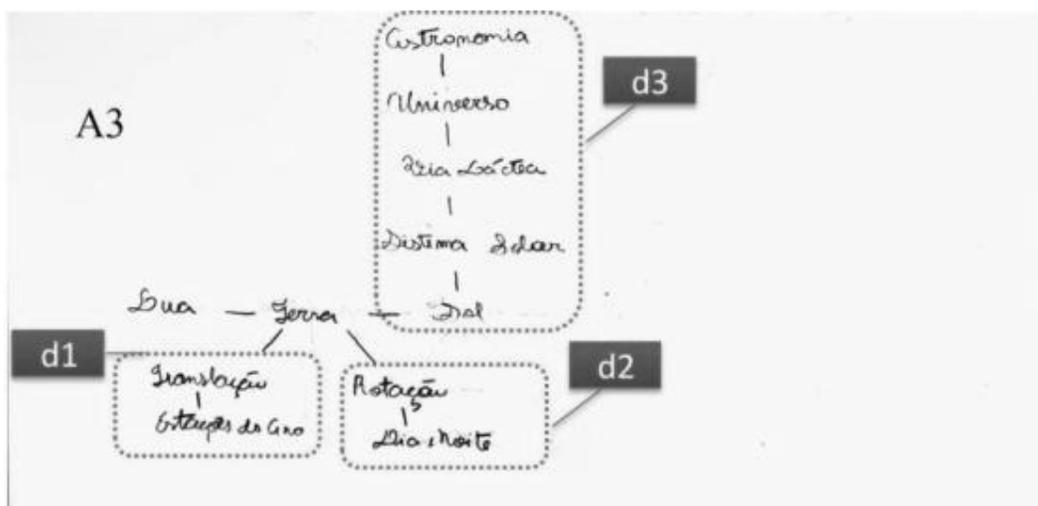


Figura 33 - Mapa conceitual elaborado por A3 na Etapa da Antecipação.

Há uma tentativa visível de hierarquizar os conceitos, partindo do conceito *universo* até o conceito *sol* (d3), percebemos aí que o aluno A3 parte de um conceito mais amplo (universo) para os mais específicos (Via-Láctea, Sistema Solar, Sol, Terra e Lua), no entanto A3 coloca como conceito mais geral o conceito *Astronomia*, como não há palavra de ligação não podemos dizer que relação a aluna A3 vê nesses conceitos com *Astronomia*, talvez a palavra de ligação que caberia entre esses conceitos seria *estuda* ou *investiga*.

4.2.2.3 Mapa A4

O mapa elaborado por A4 pode ser visto na Figura 34:

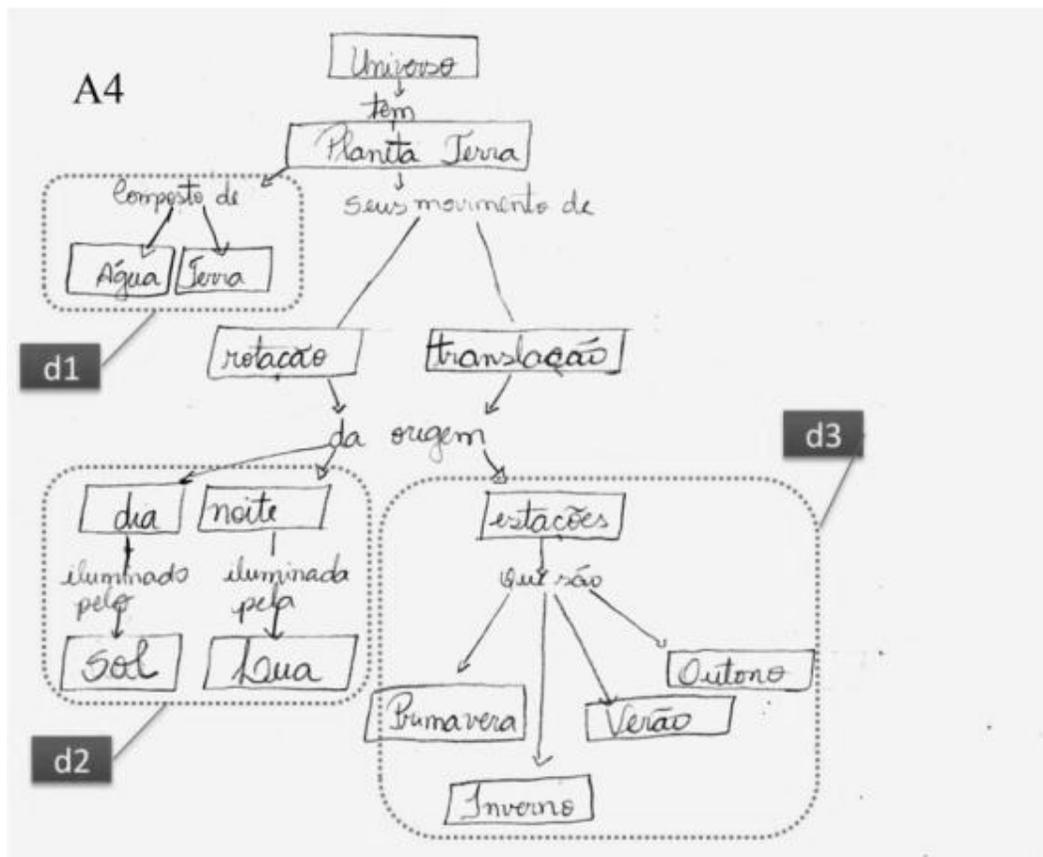


Figura 34 - Mapa conceitual elaborado por A4 na Etapa da Antecipação.

O mapa construído por A4 possui quinze conceitos onde dois conceitos, *água* e *Terra* (d1) (no sentido de solo, “terra firme”), não estão diretamente ligados ao tema de nossa pesquisa. Há uma clara hierarquização dos conceitos, partindo do que A4 considera mais geral (*universo*) no topo do mapa para os conceitos mais específicos (*Primavera*, *Inverno*, *Verão* e *Outono*). Pelo mapa percebemos que A4 atribui a origem das Estações do Ano apenas como consequência do movimento de translação da Terra. Em duas proposições percebemos uma concepção que relaciona o Dia com o Sol e a Noite com a Lua (d2). No entanto sabemos que há noites que não vemos a Lua enquanto que em determinadas horas do dia podemos ver a Lua. Assim não podemos dizer que a Lua é um astro “exclusivamente” noturno. Notamos também que a causa das Estações do Ano é relacionada apenas com o movimento de translação (d3).

4.2.2.4 Mapa A5

O mapa elaborado por A5 pode ser visto na Figura 35:

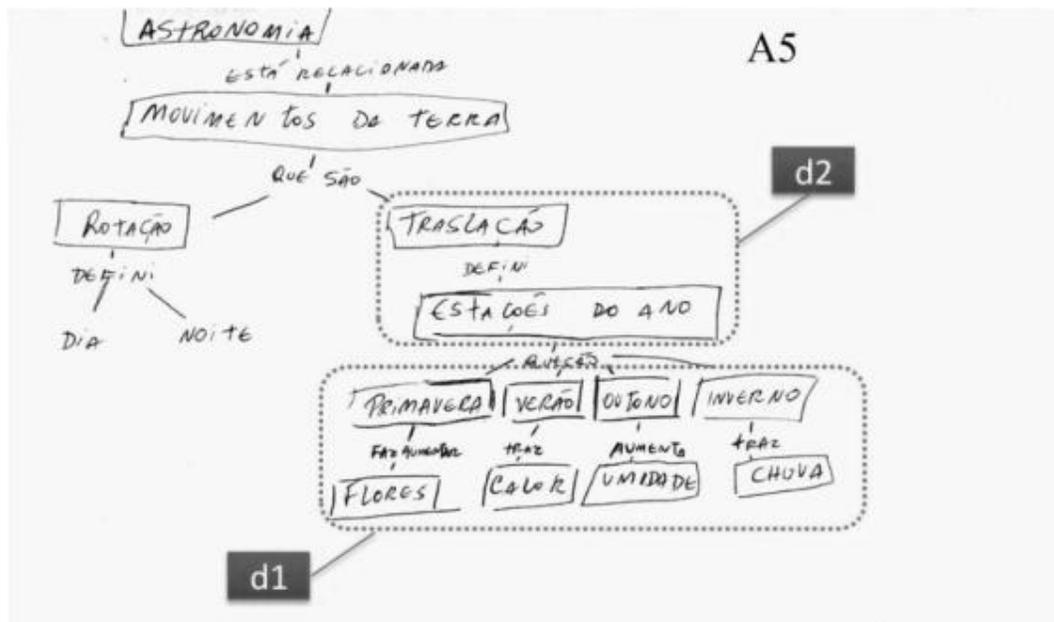


Figura 35 - Mapa conceitual elaborado por A5 na Etapa da Antecipação.

Percebemos que o mapa construído por A5 possui quinze conceitos. Há uma clara hierarquia de conceitos, partindo de *Astronomia* como conceito mais geral e indo até os mais específicos como *dia* e *noite*. Nesse mapa percebemos a importância de se enfatizar o uso das palavras de ligação nos mapas conceituais. Os conceitos que estão relacionados com os conceitos de Estações do Ano possuem palavras de ligação que demonstram a concepção de que certos fenômenos só acontecem nessas estações (d1). O quadro abaixo mostra as proposições sobre as Estações do Ano extraídas do mapa conceitual de A5:

Conceito	Ligação	Conceito
Primavera	Faz aumentar	Flores
Verão	Traz	Calor
Outono	Aumenta	Umidade
Inverno	Traz	Chuva

Percebemos algumas concepções equivocadas como, por exemplo, *inverno traz chuva* ou *primavera faz aumentar as flores*. Sabemos que chuva ou flores dependem de diversos fatores e não apenas das Estações do Ano, variando de acordo com a posição geográfica do

observador. O Brasil por ter sua localização entre os trópicos é bastante difícil identificar as estações apenas pelo clima (SELLES; FERREIRA, 2004). Percebemos também, que A5 indica o movimento de translação como única causa das Estações do Ano.

Na próxima seção iremos analisar os mapas construídos na etapa da Confirmação, desconfirmação e Revisão construtiva.

4.2.3 Confirmação, desconfirmação e Revisão construtiva.

Para analisar os mapas serão levados em consideração os mesmos critérios adotados na análise dos mapas construídos na etapa da antecipação.

4.2.3.1 Mapa A1

Começaremos pelo A1, o mapa pode ser visto na Figura 36.

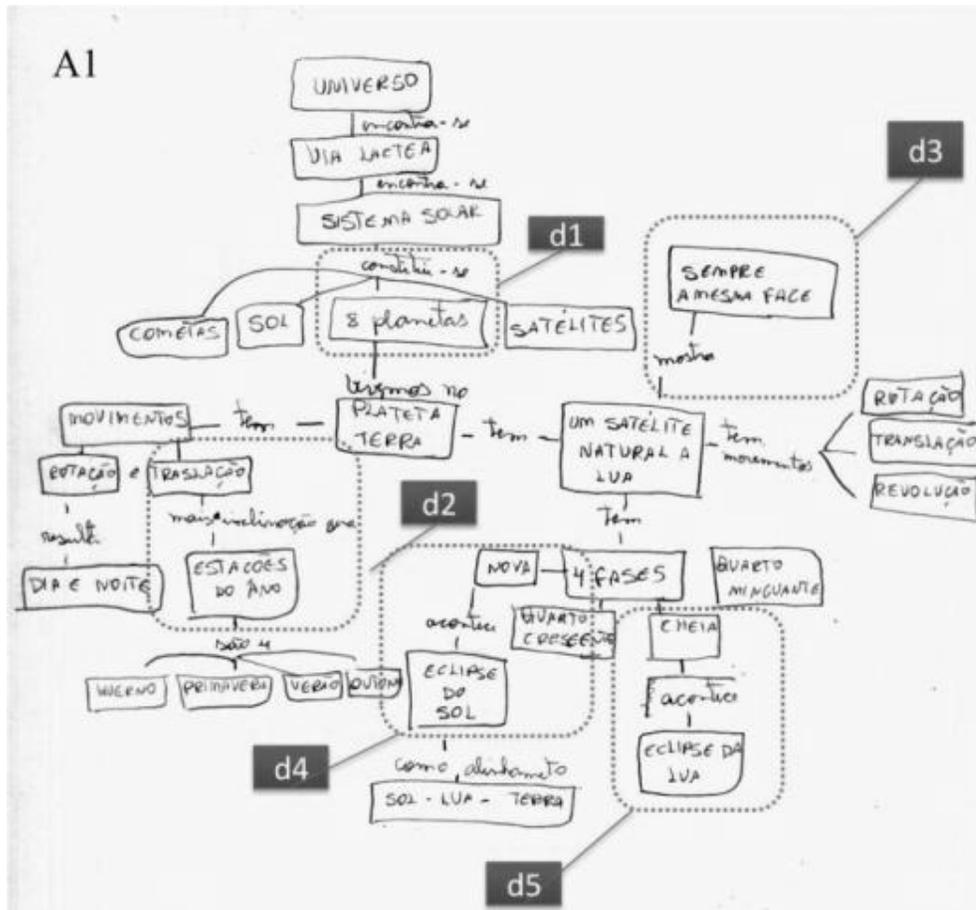


Figura 36 - Mapa conceitual elaborado por A1 na Etapa da Confirmação, desconfirmação e Revisão construtiva

Uma mudança perceptível é quanto ao número de conceitos. Podemos verificar que há um número de conceitos maior do que o mapa construído por A1 no momento da antecipação. Nesse segundo mapa temos trinta conceitos, enquanto que no primeiro mapa A1 elencava apenas onze conceitos.

No primeiro mapa A1 citava nove planetas, nesse segundo mapa A1 corrige essa afirmação para oito planetas (d1). Outro ponto de mudança é sobre as Estações do Ano, nesse mapa, A1 cita a translação e a inclinação do eixo da Terra como as causadoras do fenômeno das Estações do Ano (d2). Além das mudanças, há também novas proposições, nesse segundo mapa há proposições sobre a Lua apresentar sempre a mesma face para Terra (d3), de que o eclipse solar acontece na fase de Lua Nova (d4) e o eclipse lunar na fase de Lua Cheia (d5).

Então para A1 verifica-se diversas mudanças na etapa da Confirmação, Desconfirmação e Revisão Construtiva em relação a fase da antecipação. Isso ficou bem claro a partir da análise

sobre os mapas construídos nessas fases. Então poderíamos dizer que houve uma mudança notável na estrutura cognitiva de A1 após as etapas do CEK.

4.2.3.2 Mapa de A3

O mapa elaborado por A3 pode ser visto na Figura 37:

Como na fase da Antecipação, esse mapa também não possui as palavras de ligação tornando sua análise mais difícil em relação aos demais. Podemos notar que houve um aumento na quantidade de conceitos, no entanto, não podemos considerar esses conceitos como relevantes, pois foram elencados os nomes dos planetas, sendo que estes não possuem uma relação direta com os fenômenos estudados (d1). Como estamos interessados em verificar as mudanças ocorridas neste mapa em relação ao elaborado na antecipação, verificamos duas mudanças significativas, uma delas diz respeito à inclusão do conceito *inclinação* (d2) juntamente com o conceito de *translação* para explicar as causas das Estações do Ano. A outra é referente às fases da Lua e sua relação com os eclipses, onde o eclipse lunar ocorre na fase de Lua Cheia e o eclipse solar na fase de Lua Nova.

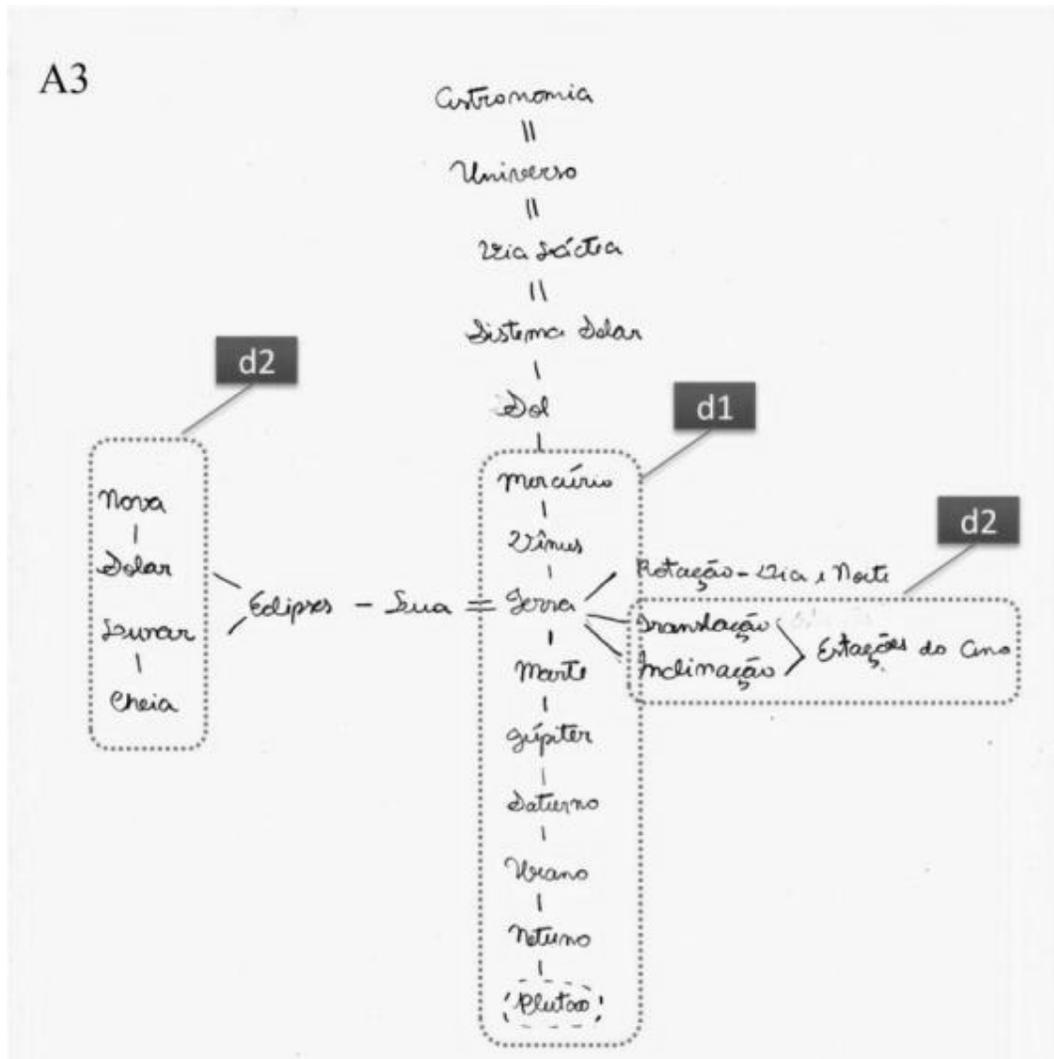


Figura 37 - Mapa conceitual elaborado por A3 na Etapa da Confirmação, Desconfirmação e Revisão construtiva

Como vimos na análise do pré-teste e pós-teste individual, A3 foi quem obteve melhor desempenho, acertando todas as repostas do pós-teste, no entanto ela não deixou isso perceptível através do mapa. Mesmo assim pudemos perceber que houve alterações em relação ao mapa elaborado na antecipação e podemos inferir que este ajudou nessa reflexão sobre as hipóteses construídas anteriormente.

4.2.3.3 Mapa de A4 e A5

Optamos por fazer análise conjunta de A4 e A5 devido a semelhança na conclusão que obtivemos após a observação dos mapas. Inicialmente começaremos com a análise do mapa de A4 que pode ser visto na Figura 38.

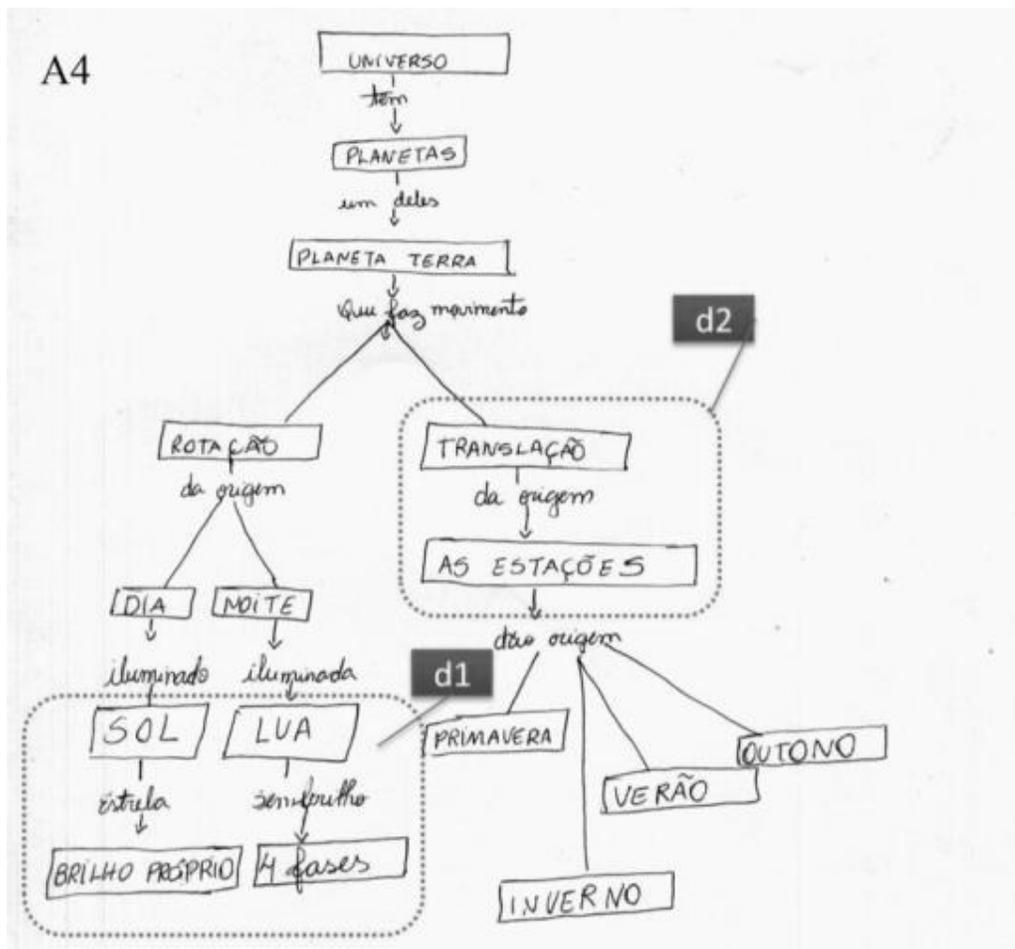


Figura 38 - Mapa conceitual elaborado por A4 na Etapa da Confirmação, Desconfirmação e Revisão construtiva.

Ao observarmos esse mapa (Figura 38) e compararmos com o construído na antecipação (Figura 34) percebemos que não houve grandes mudanças. O mapa possui a mesma estrutura hierárquica que antes, sendo que alguns conceitos foram suprimidos como os conceitos *água* e *Terra* que estavam no mapa da antecipação. Ainda permaneceu a proposição que relaciona o Sol com o dia e a Lua com a noite, apenas acrescentando que o Sol possui brilho próprio e a Lua possui fases (d1). Também permaneceu a proposição de que apenas a translação é responsável pela causa do fenômeno das Estações do Ano (d2).

No mapa elaborado por A5 (Figura 39), percebemos um aumento na quantidade de conceitos, apresentados de forma bem hierarquizada (d1), no entanto A5 continuou a relacionar o movimento de translação como único responsável pela causa do fenômeno das Estações do

Ano (d2). Também permanece a concepção de que “a Primavera traz flores” ou o “Inverno traz chuva” (d3). Assim podemos dizer que a mudança significativa que ocorreu nesse mapa foi apenas a quantidade de conceitos, mas que as concepções, pelo menos essas que foram identificadas no mapa da antecipação, se mantiveram.

apresentadas na etapa da Antecipação. No entanto, como estamos analisando a utilização desses mapas tanto na antecipação quanto nas últimas etapas do CEK, podemos dizer que a construção dos mapas favoreceu a elaboração e explicitação das hipóteses relativas ao tema da pesquisa no momento da antecipação, bem como serviu para que os alunos recordassem suas hipóteses e as confirmassem ou desconfirmassem no momento em que foi pedido para que eles refizessem os mapas.

4.2.4 Investimento

Nessa etapa foi entregue um texto nos moldes de um organizador prévio com o objetivo de fornecer os conceitos necessários para que, dessa forma, os alunos possuíssem elementos relevantes em sua estrutura cognitiva que pudessem ser relacionados com o material potencialmente significativo da próxima etapa.

Nas duas primeiras perguntas procurou-se identificar se eles haviam lido o texto por completo e se haviam achado que o texto foi claro na exposição dos conceitos.

Dos quatro alunos que estamos analisando três responderam que sim as duas perguntas, apenas uma respondeu que o texto foi “mais ou menos” claro nas explicações. Como foi apenas uma aluna que respondeu dessa forma, podemos inferir que o texto alcançou as expectativas de possuir uma linguagem clara e que deveria ser lido integralmente.

A terceira e a quarta pergunta (Quadro 9 e Quadro 10) tinham por objetivo saber dos alunos quais informações do texto eles já possuíam e quais novas informações o texto proporcionou para eles. Os quadros abaixo mostram as transcrições das respostas. Erros de concordância ou gramaticais foram transcritos da forma como foram escritos pelos alunos.

Quais informações o texto trazia que você já conhecia?	
Aluno	Resposta
A1	“Quase todas”
A3	“Que a trajetória que um corpo faz ao redor do outro é a órbita; que o universo está em constante movimento; os movimentos de translação e rotação que a Terra também possui, o tempo desses movimentos; a que se devem as Estações do Ano e suas conseqüências para vida na Terra; que no Sistema Solar apenas o Sol emite Luz”
A4	“Movimentos da Terra, a Lua como satélite natural da Terra”
A5	“Algumas informações sobre eclipses”

Quadro 9 - Respostas dos alunos à terceira questão sobre o Organizador Prévio.

Quais informações novas o texto lhe proporcionou?	
Aluno	Resposta
A1	“Noites mais curtas no verão, a inclinação da Terra + o movimento de translação ocasiona as estações.”
A3	“Que as estrelas são massas de gás, que em torno delas podem girar outros corpos, que um exemplo deste sistema é o sistema solar, os movimentos das estrelas ao longo do ano que podem ser vistos sob uma observação criteriosa e diária, as fases da Lua, a que se devem”
A4	“As fases da Lua e que a mesma mostra apenas uma face”
A5	“Novas informações sobre as estações, movimento da Lua”

Quadro 10 - Respostas dos alunos à quarta questão sobre o Organizador Prévio.

Pela resposta dos alunos percebemos que o texto trazia alguns conceitos que eram conhecidos pelos alunos e também outros que foram considerados como novidades. Isso condiz com os objetivos do organizador prévio que é servir de ponte cognitiva entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber para aprender o novo material apresentado.

Outro fato que podemos observar é a heterogeneidade das respostas indicando mais uma vez a característica idiossincrática da estrutura cognitiva dos alunos. Apesar dessa característica de individualidade podemos perceber que, no geral, os alunos foram beneficiados com informações novas que irão servir de, segundo Ausubel (2003), ancoradouro para que os conceitos que deverão ser aprendidos possam se relacionar de maneira não - literal e não - arbitrária. Para sabermos se os alunos acharam que o texto foi importante para um melhor entendimento da aula fizemos mais uma pergunta descrita no Quadro 11.

Você acha que a leitura desse texto facilitou o entendimento do conteúdo da aula? Por que?	
Aluno	Resposta
A1	“Sim, durante a aula relembramos o que vimos no texto”
A3	“Sim, pois trouxe alguns breves esclarecimentos sobre os conteúdos abordados nas aulas”
A4	“Sim, pois apesar de saber por exemplo que o movimento da Terra em torno do Sol provoca as Estações do Ano foi possível perceber como isso acontece.”
A5	“Sim, com certeza”

Quadro 11 - Respostas dos alunos à quinta questão sobre o Organizador Prévio.

Percebemos que com unanimidade os alunos investigados acharam importante o uso do texto como facilitador para o entendimento do conteúdo da aula. O aluno A1 faz menção de que

durante a aula foi possível relembrar o que foi discutido no texto. A2 também cita que o texto foi útil por trazer breves esclarecimentos sobre os conceitos que seriam abordados na aula. Essas características são fundamentais para um organizador prévio, na medida em que os alunos conseguiram relacionar o conteúdo da aula com o texto, confirmando que o organizador prévio utilizado na etapa do Investimento é uma ferramenta que auxilia a aprendizagem significativa do aluno.

Também no questionário perguntamos se eles haviam lido outro material além do texto, as respostas encontram-se no Quadro 12:

Você leu algum outro material além do texto que lhe foi entregue?	
Aluno	Resposta
A1	“Um livro de geografia”
A3	“Costumo acompanhar as notícias sobre Astronomia veiculadas pelo “Uol”, portal de internet que assino conteúdo”
A4	“Sim, como leciono de 1ª a 4ª série já li vários livros”
A5	“Não”

Quadro 12 - Respostas dos alunos à sexta questão sobre o Organizador Prévio

Das respostas dos alunos percebemos que apenas A5 declarou não ter lido outro material. A resposta de A4 dá a entender que ele já leu diversos livros sobre Astronomia, no entanto não podemos afirmar que essa leitura foi realizada após a entrega do organizador prévio. Da mesma forma, A1 e A3 também relatam outras fontes de informação, mas não podemos afirmar se eles buscaram nessas fontes mais informações sobre os fenômenos. Se isso ocorreu, podemos considerar como um ponto positivo, pois a leitura do organizador instigou os alunos a buscarem novas informações em outras fontes de pesquisa.

Em linhas gerais podemos observar que a utilização do Organizador Prévio na etapa do investimento dentro do CEK foi considerada importante para o entendimento dos conteúdos apresentados na etapa do Encontro, que iremos investigar na próxima seção.

4.2.5 Encontro

No Encontro foi utilizado um questionário com perguntas onde os alunos deveriam aplicar os conceitos aprendidos na aula. Esse questionário possuía os mesmos conceitos que o questionário do pré-teste, no entanto eles foram apresentados em outro contexto e com questões do tipo discursivas. O questionário na íntegra encontra-se no Apêndice C.

Iremos seguir a metodologia da seção anterior analisando as respostas obtidas em cada questão pelos alunos e observando se já é possível alguma alteração nas concepções alternativas descritas na análise do pré-teste

A primeira questão pedia que os alunos explicassem como se formam as fases da Lua e fizessem um esboço de como se dá o fenômeno.

Explique, com suas palavras, como se formam as fases da Lua e faça um desenho que esboce a sua resposta. Use o verso da folha para responder essa questão.	
Aluno	Resposta
A1	Relacionou com o movimento de translação da Lua em volta da Terra. Fez um esboço ilustrando as faces iluminadas da Lua.
A3	Fez um esboço, mas não ilustrou de forma satisfatória as causas das fases da Lua.
A4	Fez um esboço ilustrando as faces iluminadas da Lua.
A5	Relacionou com iluminação que a Lua recebe do Sol.

Quadro 13 - Respostas do questionário após a etapa do Encontro (primeira questão).

Podemos perceber (Quadro 13) que excerto o aluno A3, os outros alunos responderam ou com desenho ou com texto que há uma relação entre as fases da Lua e sua posição relativa ao Sol.

Em relação ao pré-teste A1 e A5 marcaram a alternativa que indica que a Terra possui quatro Luas que vão se alternando com o passar dos dias. Podemos notar então que há uma mudança no padrão de resposta que pode indicar um aprendizado sobre esse fenômeno.

A questão seguinte pedia que os alunos respondessem em qual fase da Lua seria mais provável acontecer um eclipse da Lua e um eclipse do Sol. Essa questão é equivalente a primeira do questionário aplicado no pré-teste, no entanto mudamos o contexto para verificar se realmente o aluno saberia aplicar o conceito discutido na aula.

Abril						
Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do
14		1	☾	3	4	5
15	6	7	8	●	10	11 12
16	13	14	15	16	☾	18 19
17	20	21	22	23	24	☉ 26
18	27	28	29	30		

	a) Qual seria o dia mais provável de acontecer um eclipse solar? b) Qual seria o dia mais provável de acontecer um eclipse lunar?
Aluno	Resposta
A1	a) Dia 9 b) Dia 25
A3	a) Dia 9 b) Dia 25
A4	a) Dia 25 b) Dia 9
A5	a) Dia 9 b) Dia 25

Quadro 14 - Respostas do questionário após a etapa do encontro (segunda questão).

A questão equivalente no pré-teste sobre qual a fase da Lua que pode ocorrer eclipses solares e lunares foi respondida de forma errada por A3 e A4, de forma correta por A1 e de forma correta, mas com dúvida por A5. Percebemos pelas respostas que A1 e A5 mantiveram suas respostas corretas, A3 alterou sua resposta que passou a ser correta e A4 permaneceu com a mesma resposta considerada errada apresentada no pré-teste. No pós-teste todos os quatro alunos apresentaram resposta correta, no entanto A4 e A5 marcaram que ainda possuíam dúvidas sobre tal fenômeno.

As próximas questões versavam sobre eclipse lunar e eclipse solar, uma questão similar a questão número dois do pré-teste.

Suponha que um eclipse lunar está sendo observado no Brasil. Alguém morando no Japão viria esse eclipse e se ele morasse na Argentina?	
Aluno	Resposta
A1	No Japão não, na Argentina sim.
A3	No Japão, não, pois lá é dia. Se morasse na Argentina, sim.
A4	Não, pois no Japão seria dia. Na Argentina veria.
A5	No Japão não porque ele se encontra no hemisfério norte, Já na Argentina sim pois se encontra no mesmo hemisfério do Brasil.

Quadro 15 - Respostas do questionário após a etapa do encontro (terceira questão)

Suponha que um Eclipse Total do Sol está sendo observado aqui no Brasil. Ele seria visível nos Estados Unidos?	
Aluno	Resposta
A1	Não
A3	Não, eu acho, pois a faixa de alcance da sombra da Lua não alcançaria o EUA. Depende da faixa de alcance da sombra da Lua entre o sol e a Terra.
A4	Não
A5	Sim, pois acontece o eclipse total do Sol

Quadro 16 - Respostas do questionário após a etapa do encontro (quarta questão).

Sobre a questão do eclipse lunar percebemos que todos acertaram a alternativa, no entanto a justificativa de A5 torna-se um pouco confusa, pois ela usa como argumento a diferença de hemisférios. Enquanto que sobre o eclipse solar apenas A5 errou a questão.

No pré-teste apenas A1 marcou a opção correta marcando também que tinha certeza da sua resposta. No pós-teste todos os quatro alunos acertaram e marcaram que estavam certos de sua resposta.

O que queríamos nessa questão era verificar se os alunos sabiam que um eclipse Lunar pode ser visto em qualquer parte da superfície da Terra desde que fosse noite. Nesse caso podemos inferir que diante dessas respostas podemos dizer que eles possuem este conhecimento. A5 acertou no que diz respeito ao eclipse lunar, no entanto ela não conseguiu perceber que o eclipse solar, só é visível em uma pequena faixa provocada pela sombra da Lua como explica A3.

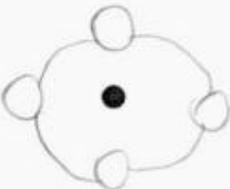
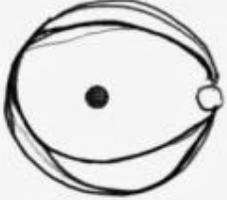
A próxima questão também é sobre eclipses, no entanto dessa vez queríamos verificar se os alunos entenderam porque não acontece eclipses todos os meses.

Os eclipses ocorrem todos os meses? Explique sua resposta	
Alunos	Resposta
A1	“Não por conta da inclinação da órbita da Lua”
A3	“Não, pois a órbita da Lua é inclinada, não permitindo que isso ocorra”
A4	“Não, pois a Lua também tem uma inclinação e as vezes ela passa acima da Terra e outras vezes abaixo”
A5	Não, porque é preciso que a Lua, o sol e a terra se alinhem (Terra/Sol, Terra/Lua) para assim acontecer o eclipse

Quadro 17 - Respostas do questionário após a etapa do encontro (quinta questão).

Essa questão equivale a terceira questão do pré-teste e pós-teste. Percebemos pelo padrão de respostas (Quadro 17) que os quatro alunos tiveram respostas aceitáveis como corretas. No pré-teste nenhum deles marcaram a alternativa correta, apenas A1 e A4 além de errarem a questão marcaram que estavam certos de sua resposta.

A próxima questão está relacionada com a questão de número onze do pré-teste. Pedimos aos alunos que desenhassem uma figura que representasse a órbita da Terra em volta do Sol.

Usando a figura abaixo que representa o Sol, desene aproximadamente como seria a trajetória que a Terra percorre em volta do Sol.	
Alunos	Respostas
A1	
A3	
A4	
A5	

Quadro 18 - Respostas do questionário após a etapa do encontro (sexta questão).

Percebemos (Quadro 18) que excetuando A5, identificamos uma órbita aproximadamente circular nos desenhos produzidos pelos alunos. A3 além da figura escreveu um comentário para enfatizar que a órbita seria circular. A5 sobrepôs dois desenhos o que dificulta nossa análise sobre essa questão.

A próxima questão está relacionada com as questões treze e quatorze, queríamos saber se os alunos compreenderam o porquê das diferenças de Estações do Ano entre os hemisférios.

Porque quando aqui no hemisfério Sul é verão no hemisfério Norte é inverno?	
Alunos	Resposta
A1	“Por conta do movimento de translação”
A3	“Em função da inclinação do eixo da Terra”
A4	“Por causa da inclinação do eixo da Terra”
A5	“Porque a Terra se movimenta tanto em rotação quanto em translação e daí quando em um hemisfério é verão o outro é inverno”

Quadro 19 - Respostas do questionário após a etapa do encontro (sétima questão).

Como resposta correta esperávamos que os alunos argumentassem que seria devido ao movimento de translação da Terra em torno do Sol e também devido a inclinação do eixo da Terra. No entanto o fato de A3 e A4 citarem a inclinação do eixo da Terra é um indicativo de que houve um aprendizado sobre o fenômeno, pois no pré-teste apenas A3 citou o fato da inclinação e a translação serem responsáveis pelas Estações do Ano. Já no pós-teste os quatro alunos responderam corretamente a questão e marcaram que tinha certeza de sua resposta.

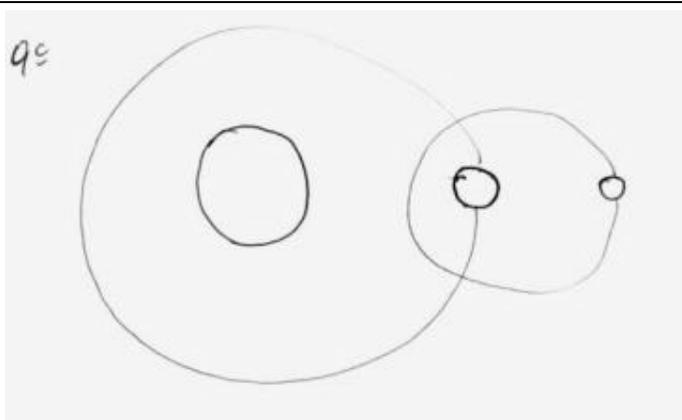
A próxima pergunta (Quadro 20) se relaciona com a questão de número doze, que versava sobre a duração dos dias e das noites e sua relação com as Estações do Ano.

Porque em certas regiões do Brasil se adianta uma hora durante uma determinada estação do ano? Que estação é essa e por que não poderia ser em outra estação?	
Alunos	Respostas
A1	“No verão por que as noites são mais curtas”
A3	“Pois no verão os dias “claros” nestas regiões são bem mais longos, daí, pode-se aproveitar a luz do sol por mais tempo”.
A4	Deixou sem resposta
A5	“Por que com o movimento da Terra faz com que o sol em questão de horas esteja mais situado ou na região norte ou sul do país. No verão o sol demora mais para ir embora, devido ao movimento de translação da Terra”

Quadro 20 - Respostas do questionário após a etapa do encontro (oitava questão).

Pelo quadro de respostas percebemos que, excluindo A4, todos tiveram respostas dentro do aceitável. Em relação ao pré-teste e pós-teste, apenas A4 possuía dúvida quanto à resposta e essa dúvida permaneceu mesmo no pós-teste. Os outros alunos responderam corretamente e marcaram que tinha certeza da resposta.

A próxima questão tinha como objetivo verificar se os alunos conheciam os tamanhos relativos entre o Sol, Terra e Lua.

Faça um desenho que em sua opinião represente o Sol, a Lua e o planeta Terra, neste desenho mostre também o tamanho relativo entre eles.	
Alunos	Respostas
A1	
A3	<p>mostre também o tamanho relativo entre eles. O sol é gigantesco, a terra um pequeno patinho, e lua, menor ainda!</p> 
A4	
A5	

Quadro 21 - Respostas do questionário após a etapa do encontro (nona questão).

Observando as respostas (Quadro 21) podemos perceber que os alunos investigados obtiveram respostas satisfatórias em relação ao tamanho do Sol, Terra e Lua. A forma da Lua também foi analisada, pois nas pesquisas citadas anteriormente foram observados que alguns sujeitos pesquisados representam a Lua com a forma de uma foice, como rosto humano (olhos e boca) ou com imagens de cunho religioso como a imagem de São Jorge.¹³

¹³ Algumas pessoas associam as sombras criadas pelas crateras da Lua com a imagem de São Jorge e o Dragão.

Após analisar as respostas obtidas a partir do questionário realizado após o encontro podemos dizer que essa etapa cumpriu com o previsto, pois favoreceu aos alunos um contato com esses fenômenos astronômicos. Podemos inferir também que o material potencialmente significativo ajudou na aprendizagem, pois houve uma melhora significativa nas respostas em relação ao pré-teste.

Como observado na introdução dessa pesquisa iremos discorrer no próximo capítulo sobre as conclusões deste trabalho e mostrar algumas sugestões para continuação dessa pesquisa.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tivemos como objetivo geral dessa pesquisa investigar a incorporação de estratégias instrucionais derivadas da Teoria da Aprendizagem Significativa nas etapas do Ciclo da Experiência de Kelly e sua utilização como seqüência didática para o ensino de Astronomia.

Nossa hipótese era que seria possível incorporar tais estratégias especificamente a cada uma das etapas do CEK de forma a potencializar o objetivo de cada etapa.

Pudemos mostrar na seção *O Ciclo da Experiência Kellyana e estratégias instrucionais da Aprendizagem Significativa: uma reconciliação integradora* que é possível utilizarmos elementos da TAS nas etapas do CEK, uma vez que não há incompatibilidades teóricas em torno dessas duas perspectivas que tornasse inviável tal aproximação. Assim, foi possível verificar que ao descrevermos cada etapa CEK, havia uma estratégia da TAS que se adequava de forma a atender os objetivos de cada etapa.

Verificada essa primeira hipótese testamos nossa segunda hipótese que afirmava que uma seqüência didática proposta a partir da união das estratégias instrucionais da TAS com as etapas do CEK traria ganhos significativos no aprendizado sobre conceitos relativos à Astronomia.

Para testar essa hipótese foi aplicado um questionário antes (pré-teste) e depois (pós-teste) dos alunos participarem da seqüência didática proposta. A partir da quantidade de acertos obtidos nos testes, verificamos estatisticamente, a um nível de significância de 5%, que a melhora dos índices de acertos no pós-teste foi proporcionada pela participação dos alunos na seqüência didática proposta.

Nessa pesquisa também foi possível verificar a contribuição de cada estratégia instrucional da TAS implementada em cada etapa.

Verificamos que os mapas conceituais utilizados nas etapas da Antecipação e da Confirmação, Desconfirmação e Revisão Construtiva, possibilitaram aos alunos explicitarem suas concepções prévias sobre o tema da pesquisa e também que essas concepções fossem confirmadas ou não, após a aula ministrada na etapa do encontro. No entanto, percebemos que

alguns alunos apresentaram dificuldades na construção dos mapas, acreditamos que isso estar relacionado com a pouca familiaridade que esses alunos possuíam em relação à elaboração de mapas conceituais. Mesmo com essa dificuldade consideramos positiva a utilização dos mapas nas etapas elencadas anteriormente.

O uso do Organizador Prévio na etapa do investimento apresentou-se de maneira positiva segundo a opinião dos alunos. Esse instrumento favoreceu aos alunos o contato com os conceitos que seriam necessários para um bom entendimento da aula ministrada na etapa do encontro. Verificamos que o texto que serviu de Organizador Prévio possuía alguns conceitos que já eram conhecidos pelos alunos, enquanto outros se mostraram desconhecidos por eles. Com isso, concluímos que o Organizador Prévio aplicado no Investimento cumpriu com sua função de servir como ponte entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber para aprender significativamente (AUSUBEL, 2003).

No momento do Encontro ministrou-se uma aula utilizando para isso um Material Potencialmente Significativo elaborado a partir de ferramentas computacionais. Esse foi um de nossos objetivos específicos, investigar a possibilidade de construir tal material utilizando recursos da informática. Verificamos que utilizando softwares de escritório (Microsoft Power Point 2007), softwares de simulação (Stellarium e Celestia) além de recursos multimídias disponibilizados na Internet (You Tube) foi possível criar um material nos moldes descritos pela TAS para um material potencialmente significativo. Assim o uso desse material na aula destinada à etapa do Encontro teve um impacto positivo no aprendizado dos conteúdos ministrados, como foi possível verificar no questionário aplicado após essa etapa.

Por fim, queremos enfatizar que os resultados obtidos nesse estudo correspondem exclusivamente a essa amostra de estudo, não sendo intenção do mesmo fazer uma generalização dos resultados. Ou seja, se esta mesma pesquisa for realizada com outro universo amostral é possível encontrar resultados diferentes. Entretanto, acreditamos que apesar das limitações desse estudo ele traz uma importante contribuição ao uso do CEK em conjunto com a TAS como metodologia para o ensino não só de Astronomia como também de outras áreas do conhecimento.

É nesse sentido que esse trabalho deixa para pesquisas futuras as seguintes sugestões:

- Verificar a utilização desta sequência didática com outro universo amostral.

- Elaborar um plano de pesquisa experimental utilizando-se de grupo de controle e amostra aleatória para verificar se há diferenças significativas entre um grupo que participou da sequência e outro que não participou.
- Utilizar a sequência em outros campos do Ensino das Ciências como a Física, Matemática, Biologia, ou até mesmo em campos das ciências Humanas ou Sociais.

Enfim, essa pesquisa possibilitou a criação de diversos temas de pesquisa que poderão contribuir ainda mais tanto para o desenvolvimento da Teoria dos Construtos Pessoais, mais especificamente o Ciclo da Experiência Kellyana, quanto para Teoria da Aprendizagem Significativa.

6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, Mariel; ARAÚJO, Alberto ; NEUBERGE, Carla . As Concepções de Alunos do EJA sobre a Lua: Um Estudo Exploratório. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009. Vitória. **Anais do XVIII SNEF**, 2009.

ARAGÃO, Rosalia, **Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Campinas, 1976.

AUSUBEL, David. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa. Editora Plátano, 2003.

AUSUBEL, David. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, David; NOVAK, Joseph; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro. Editora Interamericana, 1980.

BANNISTER, Don;FRANSELLA, Fay. **Inquiring Man: The Psychology of Personal Constructs**, London, UK, Croom Helm, 1986.

BARNES, Buckley. R.;CLAWSON, Elmer. V. Do advance organizers facilitate learning? Recommendations for further research based on an analysis of 32 studies. **Review of Educational Research**,1975, pp, 637-659

BARRABÍN, Jordi de Manuel. ¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. **Enseñanza de las Ciencias**, v.13, n.2, p.227-236, 1995.

BASTOS, Heloisa.F.B.N. **Changing teacher's practice: towards a constructivist methodology of physics teaching**. Tese de Doutorado. University of Surrey, Inglaterra, 1992.

_____. **A teoria do construto pessoal**. Texto mimeografado. Departamento de Educação. UFRPE, 1998.

BOCZKO, Roberto. **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Edgard Blücher - 3ª edição, 1995. 429 p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. – Brasília: Ministério da Educação, 1999.

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**, v.13, n.1, p.81-96, 1995.

Campos, A. A. S.; Sampaio, F. F. “Uma Aplicação de Realidade Virtual não Imersiva no Ensino de Astronomia”. In: XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Juiz de Fora. **Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Minas Gerais, 2005.

CANALLE, João Batista Garcia. O problema do Ensino da Órbita da Terra. **Física na Escola**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 12-16, 2003.

CANIATO, Rodolpho; HAMBURGER, Ernst. W.; CHRISPINO, Álvaro. **O que é Astronomia**. 7.ed. São Paulo: Brasiliense, 1989, 182p. (Primeiros Passos, 45).

CECATTO, José Roberto. **O Sol**. In: Introdução à Astronomia e Astrofísica, INPE-7177/PUD-38, Divisão de Astrofísica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, MCT. São José dos Campos, 2003.

COHEN, Louis; MANION, Lawrence; MORRISON, Keith. **Research methods in education (5th ed.)**. London, New York: Routledge. 1994

CROSS, Malcolm.; PAPADOPOULOS, Linda. **Becoming a therapist: A manual for personal and professional development**. East Sussex, UK: Brunner-Routledge. 2001

DIAS, Wilton S.; PIASSI, Luis Paulo. Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as Estações do Ano? **Revista Brasileira de Ensino Física**, São Paulo, v. 29, n. 3, 2007

FERREIRA, Nélio Oliveira. **Utilizando o ciclo da experiência de Kelly para investigar a compreensão do comportamento dual da luz**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco - Ensino Das Ciências – 2005

FERRIS, Timothy. **O Despertar da Via Láctea: Uma história da Astronomia**. Tradução: Waltensir Dutra. Rio de Janeiro: Campus, 1990

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**, v. 5, p. 25-37, 2008.

JUNIOR, J.H.T.C. **O software Modellus aliado a estratégia de ensino: um estudo comparativo do desempenho dos alunos do ensino médio nas aulas de cinemática e dinâmica**. Dissertação (Mestrado em Educação). Alagoas: Centro de Educação, UFAL, 2008.

KELLY, George A. **Theory of Personality: The Psychology of Personal Constructs**. W.W. NORTON & COMPANY INC. New York, 1955.

_____. **A brief introduction to personal construct theory**. **International handbook of personal construct psychology**. Fransella, Fay (Ed). (2003). International

handbook of personal construct psychology. (pp. 3-20). New York, NY, US: John Wiley & Sons Ltd. xx, 505 pp.

LANGHI, Rodolfo, NARDI, Roberto. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino de Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia RELEA**, n. 2, p. 75-92. 2005.

LANGHI, Rodolfo. Idéias de Senso Comum em Astronomia Este texto foi elaborado com base na apresentação oral de mesmo título no **7º Encontro Nacional de Astronomia (ENAST)**, em novembro de 2004

LANGHI, Rodolfo ; NARDI, Roberto . Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, p. 87-111, 2007.

LANGHI, Rodolfo ; NARDI, Roberto. À procura de um programa de educação continuada em Astronomia adequado para professores dos anos iniciais do ensino fundamental. In: **XI EPEF - Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2008, Curitiba. XI EPEF - Programa e Resumos. São Paulo : Sociedade Brasileira de Física, 2008. p. 72-72.

LEITE, Cristina; **Formação do Professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade**. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da USP – São Paulo – 2005.

LEITE, Cristina; HOSOUKE, Yassuko. O professor de Ciências e sua forma de pensar a Astronomia. **Revista Latino Americana de Educação em Astronomia**, v. 4, p. 47-68, 2007.

MARRONE JÚNIOR, Jayme. **Um perfil da pesquisa em ensino de Astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Londrina. 2007.

MEURER, Z. H. ; STEFFANI, M.H. . Objeto educacional Astronomia: ferramenta de ensino em espaços de aprendizagem formais e informais. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória. **Anais XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Espírito Santo, 2009.

MILONE, André de Castro. **A Astronomia no Dia-a-Dia**. In: Introdução à Astronomia e Astrofísica, INPE-7177/PUD-38, Divisão de Astrofísica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, MCT. São José dos Campos, 2003.

MOREIRA, Marco A. **Uma abordagem cognitivista no ensino da Física**. Porto Alegre: Editora de Universidade. 1983

_____. **Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa**. Ciência e Cultura, 32(4): 474-479, 1980

_____. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: **Encuentro Internacional sobre el aprendizaje significativo**. Burgos: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos, 1997

_____. **Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos**. São Paulo, Moraes, 1985. 94p.

_____. **Mapas Conceituais & Diagramas V**. Porto Alegre: Ed. Do Autor, 2006.

_____. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo. Editora Pedagógica e Universitaria. 1999.

MOURÃO, Ronaldo R.F. **Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica**, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1987.

_____. **O Livro de Ouro do Universo**. Rio de Janeiro, Ediouro. 2000.

NARDI, Roberto; CARVALHO, Anna M. P. Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.1, nº2. Porto Alegre. UFRGS. 1996.

NOVAK, Joseph; GOWIN, D.Bob. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996

OLIVEIRA FILHO, Kepler de S.; SARAIVA, Maria de F. O. **Astronomia e Astrofísica**. Disponível em: < <http://astro.if.ufrgs.br/> >. Acesso em: 28 outubro 2009.

OLIVEIRA, Marly M. de. **Como fazer projetos, relatórios, monografias dissertações e teses**. Recife, Edições Bagaço, 2003.

PERVIN, Lawrence. A. **Personalidade: teoria, avaliação e pesquisa**: São Paulo - Ed. E.P.U, 1978.

PINTO, Simone; FONSECA, Omar; VIANNA, Deise. Formação continuada de professores: estratégia para o ensino de Astronomia nas séries iniciais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** 24, 71 (2007).

ROCHA, Laurentino. **A revisão construtiva na concepção de movimento retilíneo uniforme, da aristotélica para a galilaica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco - Ensino das Ciências – 2005

SEBASTIÀ, B.M. La enseñanza/aprendizaje del modelo Sol-Tierra: análisis de la situación actual y propuesta de mejora para la formación de los futuros profesores de primaria. **Revista Latino - americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n.1, p.07-32, 2004.

SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. Influências histórico-culturais nas representações sobre as Estações do Ano em livros didáticos de ciências. **Ciênc. educ.** (Bauru) [online]. 2004, vol.10, n.1, pp. 101-110.

TAVARES, Romero. Aprendizagem Significativa. **Revista Conceitos**, 55–60. 2003.

TEODORO, Sandra R. **A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência).Bauru: Faculdade de Ciências, UNESP, 2000.

VERDED, Jean-pierre. **O céu, mistério, magia e mito**. Rio de Janeiro.Objetiva. 2000

VOSNIADOU, Stella;SKOPELITI, Irini.. Developmental Shifts in Children's Categorizations of the Earth. In B. G. Bara, L. Barsalou, & M. Bucciarelli (Eds.),Proceedings of the **XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society** 2005, Italy . pp. 2325-2330

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

Nome: _____

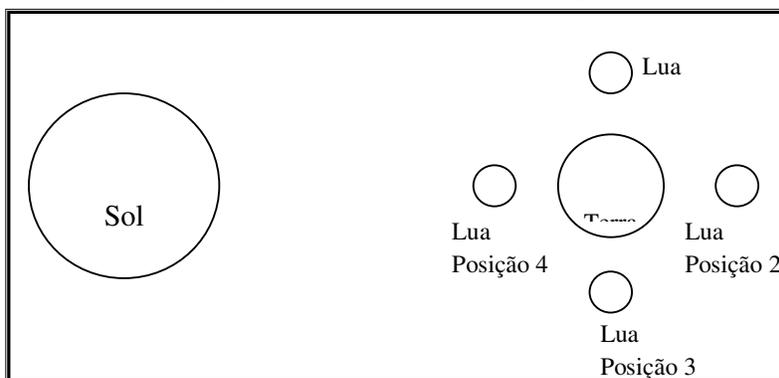
Período: _____ Sexo: () M () F Idade: _____ Cidade de origem: _____

Leciona: () Sim () Não. Se leciona, em que série? _____

Já participou de curso ou palestra sobre Astronomia? _____

Você já deu aula sobre algum conceito ligado a Astronomia? Quais foram os assuntos abordados?

- 1) O desenho abaixo ilustra como alguém veria o sistema Sol, Terra e Lua se estivesse observando de um ponto distante e acima do plano onde se encontram esses astros. Nesse desenho estamos representando a Lua em quatro posições diferentes, considerando que nesse momento estivesse acontecendo um eclipse Lunar, a posição da Lua que melhor representa a situação de um eclipse Lunar é:



- a) A Lua representada na posição 1
- b) A Lua representada na posição 2
- c) A Lua representada na posição 3
- d) A Lua representada na posição 4

Caso nenhuma das alternativas correspondam a sua opinião então use a figura acima para expressar sua resposta.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se a sua resposta está correta?

() Respondi com certeza

() Respondi com dúvida

- 2) Duas amigas, amantes da Astronomia, vivem em lugares bem distantes; Alice mora nos EUA e Beatriz mora no Brasil. Certa vez Alice observou um Eclipse Solar e no mesmo instante ligou para Beatriz lhe avisando. Será que Beatriz, aqui no Brasil, poderia também presenciar esse Eclipse Solar? (Desconsidere efeitos meteorológicos como chuva ou céu nublado)

- a) Sim, porque um eclipse do Sol pode ser visto em qualquer região do planeta desde que o observador esteja na face da Terra que seja dia.
b) Não, porque quando ocorre um eclipse do Sol ele só pode ser visto em uma região específica do planeta, mesmo se também for dia em outras regiões.
c) Se você discorda das duas alternativas escreva sua resposta no espaço abaixo.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se a sua resposta está correta?

- Respondi com certeza
 Respondi com dúvida

- 3) Você acha que ocorrem eclipses totais do Sol ou da Lua todos os meses do ano?

- a) Não, porque a inclinação da órbita da Lua em torno da Terra faz com que o alinhamento Sol-Terra-Lua só aconteça perfeitamente em alguns momentos específicos durante o ano.
b) Não, porque a Terra possui uma inclinação em relação a sua órbita fazendo com que o alinhamento Sol-Terra-Lua só aconteça perfeitamente em alguns momentos específicos durante o ano.
c) Sim, porque para haver um eclipse é necessário que a Lua esteja entre a Terra e o Sol ou a Terra esteja entre o Sol e a Lua e isso ocorre aproximadamente 2 vezes por mês.
d) Sim, eles ocorrem mensalmente, mas nem sempre podemos ver devido às condições do céu como, por exemplo, quando o céu está nublado.
e) Se você discorda de todas as alternativas acima escreva sua resposta no espaço abaixo.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se sua resposta está correta?

- Respondi com certeza
 Respondi com dúvida

- 4) Você já deve ter notado que a Lua muda de aparência durante os dias do mês. A que se deve essa mudança?

- a) A sombra que a Terra faz sobre a Lua faz com que às vezes nós a vejamos com uma parte iluminada e outra escura.
- b) Porque a luminosidade da Lua é devida a luz que ela reflete do Sol e isso muda de acordo com a posição que ela se encontra em relação ao Sol.
- c) A Lua possui um lado claro e outro escuro, quando ela gira em torno da Terra ela vai mostrando o lado escuro e com o passar do tempo mostra o lado claro.
- d) Possuímos quatro Luas que vão aparecendo no céu no decorrer do mês na seguinte ordem: Lua cheia, Lua minguante, Lua nova e Lua crescente.
- e) Se você discorda de todas as alternativas acima escreva sua resposta no espaço abaixo.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se sua resposta está correta?

- Respondi com certeza
- Respondi com dúvida

Julgue as afirmações abaixo:

- 5) A Lua sempre nos apresenta a mesma face, sendo assim existe um lado da Lua que nunca veremos aqui da Terra.
 - a) Está correta, pois esse fato é devido a Lua executar o movimento em torno da Terra com a mesma duração que ela executa o movimento em torno de si mesma.
 - b) Está correta, pois como a Lua não gira em torno de si mesma ela sempre mostraria a mesma face para Terra.
 - c) Está errada, aqui da Terra podemos ver toda a superfície da Lua. A questão é que geralmente não vemos o outro lado porque quando ela está voltada para nós a Lua está na fase de Lua nova e não é iluminada pelo Sol.
 - d) Está errada, podemos ver a Lua em sua totalidade por isso ela muda de aparência durante o mês.
 - e) Se você discorda de todas as alternativas acima escreva sua resposta no espaço abaixo.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se sua resposta está correta?

- Respondi com certeza
- Respondi com dúvida

- 6) Durante o dia o único astro que podemos ver é o Sol, pois a Lua só se apresenta a noite.

- a) Está correta, pois o Sol é o astro responsável pelo dia e a Lua é o astro responsável pela noite.
- b) Está correta, pois a Lua não tem luz própria impedindo que ela apareça durante o dia.
- c) Está errada, pois em algumas ocasiões podemos vê-la no fim da tarde ou ao amanhecer.
- d) Está errada, pois apesar de fraca, a Lua emite luz o suficiente para podemos vê-la durante todo o dia.
- e) Se você discorda de todas as alternativas acima escreva sua resposta no espaço abaixo.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se sua resposta está correta?

- Respondi com certeza
- Respondi com dúvida

- 7) Qual das seguintes seqüências está corretamente agrupada em ordem de maior proximidade da Terra?
- a) Estrelas, Lua, Sol, Plutão
 - b) Sol, Lua, Plutão, estrelas
 - c) Lua, Sol, Plutão, estrelas
 - d) Lua, Sol, estrelas, Plutão
 - e) Se você discorda de todas as alternativas acima escreva sua resposta no espaço abaixo.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se sua resposta está correta?

- Respondi com certeza
- Respondi com dúvida

- 8)
- a) Quem está mais perto da Terra: A Lua ou o Sol? Resposta: _____
 - b) Quem é mais brilhante: A Lua, a Terra ou o Sol? Resposta: _____
 - c) Quem é mais quente: A Lua, a Terra ou o Sol? Resposta: _____
 - d) Quem é maior: A Lua, a Terra ou o Sol? Resposta: _____
 - e) Se você discorda de todas as alternativas acima escreva sua resposta no espaço abaixo.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se sua resposta está correta?

Respondi com certeza

Respondi com dúvida

9) Faça uma figura que melhor represente a forma do planeta Terra.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se sua resposta está correta?

Respondi com certeza

Respondi com dúvida

10) Faça uma figura que melhor represente a forma da Lua.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se sua resposta está correta?

Respondi com certeza

Respondi com dúvida

11) Faça uma figura que represente melhor o movimento de translação da Terra ao redor do Sol.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se sua resposta está correta?

Respondi com certeza

Respondi com dúvida

12) Alice faz a seguinte declaração para Beatriz: “Gosto mais do verão do que do inverno, já que no verão as noites são mais curtas que no inverno”. O que você acha que a justificativa de Alice está correta?

a) Sim, pois os dias no verão são mais longos do que no inverno.

b) Não, pois os dias no inverno são mais longos que no verão.

c) Não, pois os dias no inverno e no verão possuem a mesma duração.

d) Não, pois em todas as estações a duração dos dias é igual a duração das noites.

e) Se você discorda de todas as alternativas acima escreva sua resposta no espaço abaixo.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se sua resposta está correta?

Respondi com certeza

Respondi com dúvida

13) As Estações do Ano (verão, outono, inverno, primavera) ocorrem em função:

a) De a Terra estar mais próxima ou afastada do Sol, ou seja, verão quanto está perto e inverno quando está longe.

b) Da inclinação do eixo de rotação da Terra juntamente com o movimento de translação.

c) Da maior ou menor emissão de luz pelo Sol, ou seja, do movimento que a Terra faz em torno do Sol.

d) Apenas da translação da Terra, ou seja, do movimento que a Terra faz em torno do Sol.

e) Se você discorda de todas as alternativas acima escreva sua resposta no espaço abaixo.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se sua resposta está correta?

Respondi com certeza

Respondi com dúvida

14) Beatriz resolveu passar as férias na casa de Alice nos EUA tentando “fugir” do inverno aqui do Brasil. Será que Alice fez uma boa opção?

a) Sim, pois enquanto é inverno no Brasil nos EUA é verão.

b) Sim, pois o inverno nos EUA é menos frio do que no Brasil.

c) Não, pois como a Terra está mais longe do Sol será inverno tanto no Brasil quanto nos EUA.

d) Não, pois nos EUA sempre é inverno.

e) Se você discorda de todas as alternativas acima escreva sua resposta no espaço abaixo.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se sua resposta está correta?

Respondi com certeza

Respondi com dúvida

15) Em qual fase a Lua está mais próxima do Sol?

a) Nova

b) Crescente

c) Cheia

d) Minguante

e) Se você discorda de todas as alternativas acima escreva sua resposta no espaço abaixo.

Você respondeu essa questão com certeza ou tem alguma dúvida se sua resposta está correta?

- Respondi com certeza
- Respondi com dúvida

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA ETAPA DO INVESTIMENTO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

Nome: _____

Período: _____ Sexo: () M () F Idade: _____ Cidade de origem: _____

- 1) Você leu o texto que você recebeu no ultimo encontro?
- 2) Você acha que o texto foi claro na explicação dos conceitos?
- 3) Quais informações o texto trazia que você já conhecia?
- 4) Quais informações novas que o texto lhe proporcionou?
- 5) Você leu algum outro material além do texto que lhe foi entregue? Quais foram?
- 6) Você acha que a leitura desse texto facilitou o entendimento do conteúdo da aula? Por que?

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DA ETAPA DO ENCONTRO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

Nome: _____

Período: _____ Sexo: () M () F Idade: _____ Cidade de origem: _____

1) Explique, com suas palavras, como se formam as fases da Lua e faça um desenho que esboce a sua resposta. Use o verso da folha para responder essa questão.

2) Observe o calendário abaixo:

Abril						
Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do
14		1		3	4	5
15	6	7	8		10	11 12
16	13	14	15	16		18 19
17	20	21	22	23	24	 26
18	27	28	29	30		

a) Qual seria o dia mais provável de acontecer um eclipse solar?

b) Qual seria o dia mais provável de acontecer um eclipse lunar?

3) Suponha que um eclipse lunar está sendo observado no Brasil. Alguém morando no Japão viria esse eclipse? E se ele morasse na Argentina?

4) Suponha que um eclipse total do Sol está sendo observado aqui no Brasil. Ele seria visível nos Estados Unidos?

5) Os eclipses ocorrem todos os meses? Explique sua resposta.

6) Usando a figura abaixo que representa o Sol, desenhe aproximadamente como seria a trajetória que a Terra percorre em volta do Sol.



7) Porque quando aqui no hemisfério Sul é verão no hemisfério Norte é inverno?

8) Porque em certas regiões do Brasil se adianta uma hora durante uma determinada estação do ano? Que estação é essa e por que não poderia ser em outra estação?

9) Faça um desenho que na sua opinião represente o Sol, a Lua e o planeta Terra, nesse desenho mostre também o tamanho relativo entre eles.

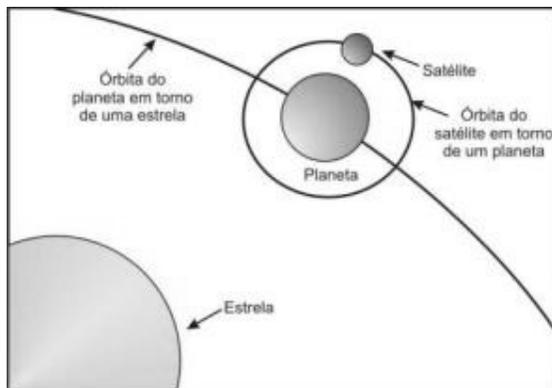
APÊNDICE D – TEXTO UTILIZADO COMO ORGANIZADOR PRÉVIO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

Olhando para o céu....

Quem nunca ficou encantado ao olhar o céu em uma noite sem nuvens? Ou ficou maravilhado ao observar o nascer da Lua? Ou ao ver o espetáculo proporcionado pelos eclipses? O céu estrelado fascina os homens desde a antiguidade e ainda hoje é objeto de estudo pelos astrônomos tanto profissionais quanto amadores, além de também servir, é claro, de inspiração para os poetas...

Em uma noite limpa, sem nuvens, podemos ver pontos brilhantes que cintilam no céu, alguns desses pontos brilham com uma intensidade mais forte e outros mais fracos. Isso certamente não é nenhuma novidade para você, pois desde pequenos chamamos esses pontos brilhantes de estrelas. As estrelas são massas de gás a uma temperatura muito elevada que através de reações nucleares emitem energia para todo o universo. Em torno de algumas estrelas giram corpos celestes menores geralmente possuindo uma parte sólida e uma gasosa, esses corpos são chamados de planetas. Em torno desses planetas é possível encontrar outros corpos ainda menores chamados de satélites.

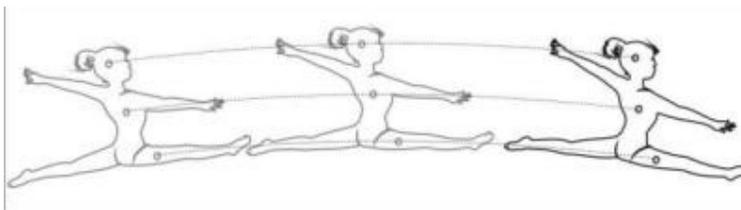


Esse conjunto de estrela, planeta, satélite e outros corpos menores que giram em torno de uma estrela é chamado de Sistema, geralmente esse sistema possui o nome da estrela principal. No nosso caso o Sol é a estrela na qual os planetas giram, por isso damos o nome de Sistema Solar ao conjunto dos 8 planetas (Plutão não é mais considerado como planeta) juntamente com seus satélites e outros corpos celestes que giram em torno do Sol. A trajetória que um corpo faz em torno de outro é chamado de

órbita, portanto, quando dizemos que a Terra orbita o Sol, estamos dizendo que a Terra está se movendo em torno do Sol. Isso serve para qualquer outro corpo, por exemplo, a Lua orbita a Terra, Vênus orbita o Sol, o cometa Halley também orbita o Sol... Bem, preencheríamos diversas folhas com exemplos de corpos que orbitam outros.

Você deve ter percebido que o universo está em constante movimento: corpos que giram em torno de si mesmo, corpos que giram em torno de outros e diversos outros movimentos mais complexos. Quando um corpo gira em torno de si mesmo, ou seja, quando todos os pontos desse corpo descrevem trajetórias circulares em torno de um ponto fixo, como a roda de um carro, dizemos que ele está executando um movimento de rotação e quando todos os pontos de um corpo descrevem trajetórias paralelas, como

a bailarina da figura abaixo dizemos que esse corpo esta executando um movimento de translação.

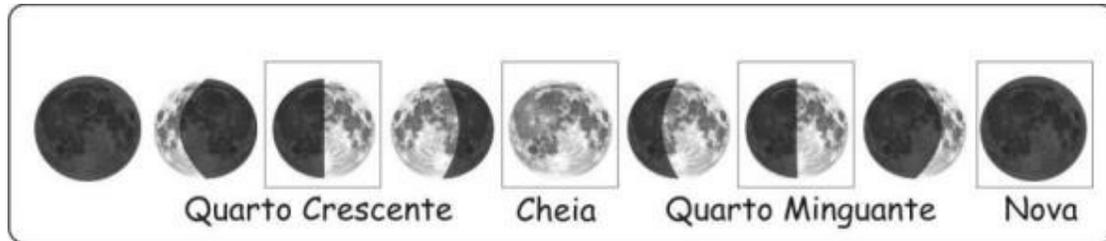


A Terra possui esses dois movimentos, ou seja, enquanto a Terra faz um movimento de translação em torno do Sol ela também executa um movimento de rotação em torno de si mesma. O tempo necessário para que a Terra complete uma volta em si mesma é de cerca de 24 horas, ou seja um dia. O tempo necessário para a Terra dar uma volta em torno do Sol é de aproximadamente 365 dias e 6 horas. Durante esse tempo ocorrem várias mudanças no céu e no clima. Você já deve ter notado que em algumas épocas do ano os "dias claros" parecem ter uma duração maior que as noites, enquanto em outras épocas ocorre o inverso. Chamaremos de "dias claros" a parte do dia em que o Sol está visível, isso se faz necessário para não haver confusão com a palavra dia que é o intervalo de tempo equivalente a um "dia claro" e uma noite. Essas são as principais características do Verão e do Inverno: o Verão com "dias claros" mais longos e noites mais curtas e o Inverno com "dias claros" mais curtos e noites mais longas. É no Verão que ocorre o "dia claro" mais longo do ano, esse dia é chamado de Solstício de Verão, a partir dessa data os "dias claros" vão ficando cada vez mais curtos chegando a uma certa ocasião em que a duração de um "dia claro" é igual a de uma noite. Esse dia é chamado de equinócio que em latim significa noites de iguais duração. É justamente nessa época que ocorre o período conhecido como Outono. Depois do equinócio os "dias claros" vão ficando cada vez mais curto até chegar ao "dia claro" mais curto do ano, esse dia é chamado de Solstício de Inverno. Após essa data os "dias claros" começam a ficar mais longo até o dia do novo equinócio ocorrendo a Primavera e reiniciando o ciclo. Esses períodos são chamados de Estações do Ano, é interessante lembrar que enquanto no Hemisfério Norte é Verão, aqui no Hemisfério Sul é Inverno, assim como se no Hemisfério Norte for Primavera aqui é Outono. Percebemos que há uma oposição entre as estações nos Hemisférios sendo assim é impossível ser Verão nos dois hemisférios ao mesmo tempo.

Assim como o clima se altera durante o ano, se olharmos para o céu todas as noites a mesma hora, iremos perceber que ele também muda com o passar das noites. Há uma mudança na posição das estrelas que se apresentam um pouco deslocadas em relação às noites anteriores, essa mudança é bem sutil e só se torna bem perceptível depois de algumas noites de observação, iremos perceber também que há algumas estrelas que só vemos em determinadas épocas do ano. No entanto há outra mudança que é bem mais perceptível...

A Lua, como já dizemos, é o satélite da Terra, ou seja, é o corpo celeste que orbita o nosso planeta. No Sistema Solar o único corpo que possui luz própria é o Sol, os outros corpos como os planetas e satélites são chamados de corpos iluminados, ou seja, precisa da luz do Sol para que possamos vê-los. Por tanto a luz que vemos da Lua na verdade é a luz emitida pelo Sol sendo refletida pela superfície da Lua.

Durante o mês a Lua muda sua aparência e de acordo com a parte que está recebendo luz do Sol, podemos classifica - lá em quatro fases principais: Cheia, Quarto Minguante, Nova e Quarto Crescente. A figura abaixo ilustra as quatro fases principais e as fases intermediárias.



O fenômeno das fases da Lua é bem conhecido e frequente, mas há outro fenômeno que chama bem mais atenção do que as fases da Lua, mas infelizmente ocorre com menos frequência. Algumas vezes durante o ano a Lua Cheia, brilhante e imponente no céu, aos poucos vai sendo coberta por uma região escura até deixar de ser visível por alguns instantes. Esse fenômeno é chamado de Eclipse da Lua. Esse fenômeno também ocorre com o Sol, ele começa ser coberto por uma região escura até deixar de ser visível, quando isso ocorre dizemos que houve um Eclipse Solar. Esse fenômeno foi motivo de espanto e desespero em diversas culturas que acreditavam que um "ser" sobrenatural estaria engolindo o Sol ou a Lua causando assim o seu "desaparecimento".

Bem, fizemos um breve comentário sobre alguns fenômenos que envolve o Sol, a Terra e a Lua. Falamos sobre os Eclipses, as fases da Lua e as Estações do Ano. No entanto não explicamos as causas desses fenômenos. Por que a Lua muda de aparência durante o mês? Por que temos épocas do ano que são mais quentes e outras mais frias? Será mesmo que há um dragão que engole a Lua ou o Sol durante alguns minutos? Iremos tratar desses assuntos na aula referente aos fenômenos do Sistema Sol-Terra-Lua. Até lá!!!

APÊNDICE E – TABELA COM AS RESPOSTAS DO PRÉ-TESTE

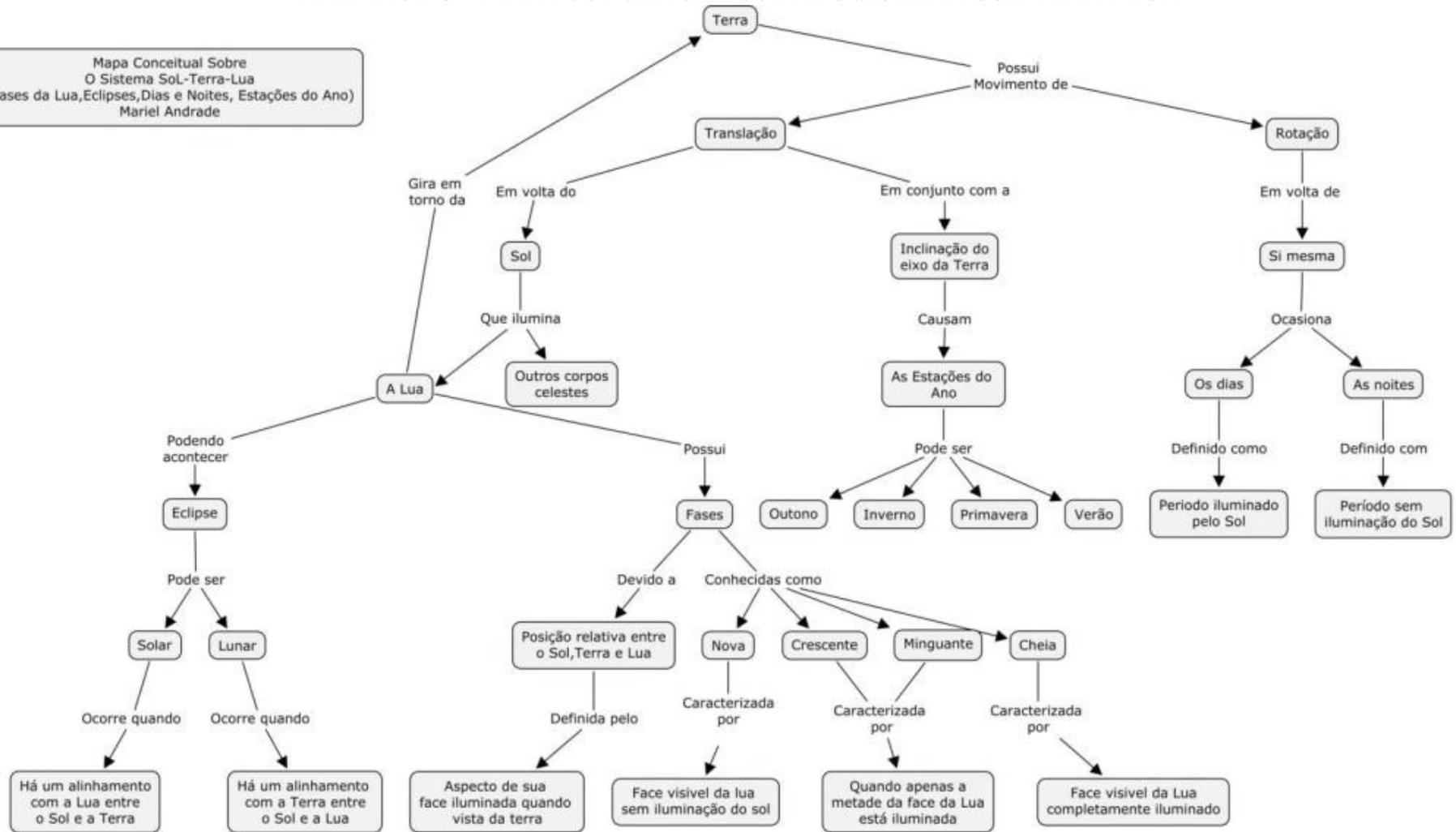
Tabela com as respostas do Pré-teste																														
Nome	1º Questão	2º Questão	3º Questão	4º Questão	5º Questão	6º Questão	7º Questão	8º Questão	9º Questão	10º Questão	11º Questão	12º Questão	13º Questão	14º Questão	15º Questão															
Gabarito	B	B	A	B	A	C	C	4	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 3	A	B	A	A															
A1	B	C	A	C	B	C	D	C	D	D	D	C	D	C	4	C	Tipo 1	C	Tipo 1	C	Tipo 1	C	A	C	D	C	C	D	C	D
A2	D	C	A	C	E	D	A	D	B	D	C	D	E	D	4	C	Tipo 1	C	Tipo 1	C	Tipo 1	D	A	C	D	C	C	C	D	D
A3	D	D	A	D	B	D	A	D	B	C	C	C	C	D	4	C	Tipo 1	C	Tipo 1	D	Tipo 1	C	A	C	b	C	A	C	D	D
A4	C	D	B	C	B	C	B	C	D	D	C	C	C	D	4	C	Tipo 2	C	Tipo 1	D	Tipo 1	C	C	D	A	C	A	D	C	D
A5	B	D	A	D	B	D	B	D	C	D	D	D	A	D	3	D	Tipo 1	C	Tipo 2	D	Tipo 2	D	A	C	D	C	A	C	C	D
A6	B	D	B	D	A	C	A	D	C	D	C	C	A	D	3	D	TIPO 2	D	TIP O 1	C	TIP O 1	C	A	D	D	C	A	D	A	D
A7	B	C	C	D	B	D	B	D	A	D	C	C	D	C	4	C	Tipo 2	C	Tipo 1	C	Tipo 2	C	A	C	B	C	A	C	C	D
A8	B	C	A	D	A	D	B	D	D	D	C	D	C	D	4	D	TIP O 1	D	TIP O 1	D	Tipo 1	D	A	D	A	D	A	D	D	D
A9	C	D	B	D	B	D	B	D	D	D	C	D	A	D	3	D	Tipo 1	D	Tipo 2	D	Tipo 2	D	A	C	A	D	A	D	C	D
A10	D	C	B	D	A	C	A	C	D	C	D	C	D	D	4	C	Tipo 2	C	TIP O 1	C	Tipo 2	C	D	C	B	D	A	D	C	C
A11	C	C	C	D	B	D	B	C	D	C	C	D	D	D	4	D	Tipo 2	C	Tipo 1	C	Tipo 1	D	A	D	D	C	A	C	C	D
A12	D	C	B	C	B	C	E	C	B	D	C	D	E	C	3	D	Tipo 2	D	Tipo 1	D	Tipo 2	D	A	C	D	D	E	D	E	D

APÊNDICE F – TABELA COM AS RESPOSTAS DO PÓS-TESTE

Nome	1º Questão	2º Questão	3º Questão	4º Questão	5º Questão	6º Questão	7º Questão	8º Questão	9º Questão	10º Questão	11º Questão	12º Questão	13º Questão	14º Questão	15º Questão																	
Gabarito	B	B	A	B	A	C	C	4	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 3	A	B	A	A																	
A1	B	C	B	C	A	C	D	C	A	C	C	C	D	C	4	C	Tipo 1	C	Tipo 1	C	Tipo 3	C	A	C	B	C	A	C	A	C		
A2	B	C	B	C	A	C	B	D	A	D	C	C	C	D	4	C	Tipo 1	C	Tipo 1	C	Tipo 3	C	A	C	B	D	A	C	A	C	A	D
A3	B	C	B	C	A	C	B	C	A	C	C	C	C	C	4	C	Tipo 1	C	Tipo 1	C	Tipo 3	C	A	C	B	C	A	C	A	C	A	C
A4	B	D	B	C	B	D	B	C	A	D	C	C	C	D	4	C	Tipo 2	C	Tipo 1	C	Tipo 1	C	B	D	B	C	A	D	C	C	C	
A5	B	D	B	C	A	C	B	C	C	C	C	C	C	D	4	C	Tipo 1	C	Tipo 1	D	Tipo 2	D	A	C	B	C	A	C	C	C	D	
A6	B	C	B	C	A	C	D	D	A	C	C	C	D	C	4	C	Tipo 1	C	TIPO 1	C	Tipo 3	C	A	C	B	C	A	D	C	C	C	
A7	B	C	B	C	A	C	B	C	A	C	C	C	C	C	4	C	Tipo 2	C	Tipo 1	C	Tipo 3	C	A	C	B	C	A	C	C	C	D	
A8	B	C	A	D	A	D	B	D	A	C	C	D	C	C	4	C	TIPO 1	D	TIPO 1	C	Tipo 3	D	A	C	B	C	A	C	A	C	A	C
A9	B	D	B	C	A	C	B	D	A	C	C	D	C	C	4	C	Tipo 1	D	Tipo 2	D	Tipo 3	D	A	C	A	D	A	C	A	C	A	C
A10	B	C	B	C	A	C	B	C	A	C	D	C	C	D	4	C	Tipo 1	C	TIPO 1	C	Tipo 2	C	D	C	B	D	A	C	A	C	A	C
A11	D	D	B	C	B	D	B	C	D	C	C	C	D	D	4	C	TIPO 1	C	Tipo 1	C	Tipo 3	C	A	C	D	C	A	C	C	C	D	
A12	D	D	B	C	B	D	B	C	B	D	C	C	C	C	4	C	Tipo 2	D	Tipo 1	D	Tipo 2	D	A	C	B	C	E	D	A	C	C	

APÊNDICE G – MAPA CONCEITUAL SOBRE O SISTEMA SOL-TERRA-LUA

Mapa Conceitual Sobre
O Sistema Sol-Terra-Lua
(Fases da Lua, Eclipses, Dias e Noites, Estações do Ano)
Mariel Andrade



APÊNDICE H – TRABALHO APRESENTADO NO ENPEC 2009

INVESTIGANDO CONHECIMENTOS BÁSICOS EM ASTRONOMIA DE PROFESSORES EM FORMAÇÃO

STUDYING THE BASIC ASTRONOMY KNOWLEDGE OF TEACHERS IN FORMATION

Mariel José Pimentel de Andrade¹

**Carla Veridiana Neuberger², Heloísa Flora Brasil Nóbrega Bastos³, Alberto Einstein
Pereira de Araújo⁴**

¹Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE – marieljpa@gmail.com

²Escola Estadual de Educação Básica Leopoldo Ost – profcarla90@hotmail.com

³Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE - heloisafiorabastos@yahoo.com.br

⁴Programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE - aepa@uag.ufrpe.br

RESUMO

Este trabalho apresenta o resultado de uma pesquisa envolvendo conceitos básicos de Astronomia com estudantes do curso de pedagogia ministrado na UFRPE - Unidade Acadêmica de Garanhuns. A investigação foi realizada através de um questionário com questões conceituais aplicado com alunos do primeiro e do último período. O motivo dessa escolha corresponde ao objetivo de avaliar quais conceitos os alunos recém ingressos no curso de pedagogia, possuem sobre o sistema Sol-Terra- Lua e em seguida fazer um paralelo com os alunos do último período buscando verificar se as dificuldades encontradas para esses conteúdos são encontradas em ambas as amostras. Após analisarmos as respostas percebemos que os alunos concluintes possuem as mesmas deficiências em relação aos alunos que estão ingressando. Além de apontar essas deficiências esse trabalho levantar a discussão sobre a formação de conceitos relativos a Astronomia desde a formação inicial de professores.

Palavras chaves: Ensino de Ciências, Ensino de Astronomia, Concepções Espontâneas em Astronomia, Sistema Sol-Terra-Lua,

ABSTRACT

In this paper we presents the result of a study about the knowledge of basic astronomy of undergraduate pedagogy students. We applied questions about conceptual subjects for students of the first and last years. So we can evaluate the concepts about the system Sun-Earth-Moon of the pedagogy students of first year, and to compare the results with students of the last year. We try to verify the students difficulties about the astronomy themes in both samples. The results showed that the last year students has the same deficiencies that the first year students. So, besides pointing the deficiencies, this work intends to discuss the problems of the astronomy education of teachers formation.

Keywords: Science education, Astronomy teaching, misconceptions in Astronomy, Sun-Earth-Moon system.

INTRODUÇÃO

Desde épocas remotas a natureza fascina o homem. O ar, a água, o fogo a terra e os seres que nela vivem eram motivo de admiração e respeito, algo sagrado a partir do qual o ser humano enxergava sua própria sobrevivência. Entretanto, talvez mais curiosos que os fenômenos que aconteciam na superfície da Terra eram os fenômenos que aconteciam nos céus e que pareciam influenciar os acontecimentos aqui na Terra. Assim, a partir da observação dos fenômenos celestes nasce a Astronomia (CANIATO, 1989).

Antes mesmo da idade escolar somos levados a olhar para o céu e identificar durante a noite um enorme astro que muda sua aparência com certa regularidade e assim somos apresentados a Lua. Da mesma forma que observamos alguns pontos brilhantes que chamamos de estrelas enquanto que durante o dia prevalece uma enorme “bola de fogo” que chamamos de Sol. Assim, se forma um primeiro modelo do universo: a Terra, lugar onde vivemos; a Lua e as estrelas reluzindo à noite enquanto o Sol nos aquece e ilumina o dia. Mas é ao ingressar na escolar que as crianças ficarão mais fortemente em contato com os conceitos considerados pela comunidade científica como corretos, para algumas delas, será sua principal oportunidade de explicitar suas idéias e suas curiosidades a respeito do Sol, da Terra e da Lua.

Percebemos então a importância de se ter um professor com sólidos conhecimentos sobre os fenômenos relativos a conhecimentos básicos de Astronomia. No entanto alguns trabalhos (CAMINO,1995), (LANGHI;NARDI,2004,2005), (LEITE;HOSOUIME,2007) indicam que essa formação ainda é precária levando o professor a trabalhar suas próprias concepções, muitas vezes errôneas, com seus alunos.

Os estudos mostram que o ensino da Astronomia apresenta diversas dificuldades de ordem conceitual, metodológica e de formação do professor para esses conteúdos (LANGHI; 2004; NARDI;CARVALHO, 1996; VOSNIADOU; SKOPELITI,2005; TEODORO, 2000). No entanto apesar de várias publicações discutindo as dificuldades envolvidas no ensino de Astronomia e na formação de professores, dentre os artigos que foram pesquisados sobre o tema não encontramos pesquisas relativas a conhecimentos de Astronomia com estudantes universitários, especificamente do curso de Pedagogia onde muitos desses estudantes irão lecionar os primeiros conceitos de Astronomia nas séries iniciais do ensino fundamental.

Os PCN recomendam o ensino de Astronomia a partir do eixo temático Terra e Universo para as séries do ensino fundamental, sugerindo que o professor trabalhe atividades práticas com os alunos, tais como, construir instrumentos simples semelhantes aos primitivos relógios de Sol, gnômons, realizar observações do Sol, Lua, estrelas e meteoros, marcando suas observações e dados (BRASIL, 1999). Abaixo segue um quadro sinóptico sobre os conteúdos de Astronomia sugeridos pelos PCN.

Terceiro Ciclo	Quarto Ciclo
<ul style="list-style-type: none"> - Observação direta: nascimento e ocaso do Sol, Lua e estrelas. Reconhecer a natureza cíclica. Calendário. - Sistema Solar e outros corpos celestes. Planetas, cometas e uma concepção de Universo. - Caracterização da constituição da Terra e das condições de existência da vida - Conhecimento dos povos antigos para explicação de fenômenos celestes 	<ul style="list-style-type: none"> - Observação direta: constelações, estrelas. Distância cosmológicas. - Atração Gravitacional. Marés e órbitas. - Estações do ano, fases da Lua e eclipses: observações e modelo explicativo. - Modelo Heliocêntrico. - Modelo Geocêntrico. - Modelo de formação da Terra.

quadro 01 – quadro sinopse mostrando as propostas dos PCN para o ensino de Astronomia.

Fonte: LEITE(2006)

Apesar dos conteúdos relativos à Astronomia serem recomendados pelos PCN para o Terceiro e Quarto Ciclos, algumas críticas já foram feitas em relação à omissão, injustificável do ponto de vista pedagógico e cognitivo, nas orientações para o ensino de Astronomia nos Primeiros e Segundos Ciclos (QUEIROZ, 2005).

Mesmo com tal omissão, Langhi e Nardi (2004, p.4) argumenta que:

“Os PCN advogam que a Astronomia deve fazer parte do conteúdo dos anos iniciais do Ensino Fundamental, quando mencionam que “a grande variedade de conteúdos teóricos das disciplinas científicas, como a Astronomia, a Biologia, a Física, as Geociências e a Química, assim como dos conhecimentos tecnológicos, deve ser considerada pelo professor em seu planejamento”

Diante do discutido sobre a importância do ensino de Astronomia, das dificuldades inerentes desse ensino e da necessidade de iniciar essa formação desde a graduação dos futuros professores do ensino fundamental, procuramos inferir respostas para as seguintes indagações:

Os alunos que estão ingressando e os que estão se formando no curso de pedagogia possuem conhecimentos básicos de Astronomia?

Esses futuros professores já participaram de algum curso ou palestra de Astronomia?

Esses alunos tiveram que ministrar alguma aula com conteúdos referentes à Astronomia?

Quais concepções alternativas poderemos inferir a partir das repostas dadas pelos alunos?

Quais fenômenos dos destacados por essa pesquisa se mostraram mais desconhecidos pelos estudantes pesquisados?

Do vasto campo de estudo que se tornou a Astronomia, escolhemos os conteúdos relativos aos fenômenos que envolvem o Sol, a Terra e a Lua, que iremos nos referir como Sistema Sol-Terra-Lua. Dentre os fenômenos relacionados a esse sistema iremos nos deter mais especificamente ao estudo dos Eclipses, Estações do Ano, posição relativa entre os astros e das concepções sobre características físicas do Sol, Terra e Lua. Isso se justifica devido a esses fenômenos estarem mais presentes no cotidiano e que, apesar disso, apresentam dificuldades para seu aprendizado como vem sendo destacados em diversas pesquisas (NARDI; CARVALHO (1996), BARRABÍN (1995), CAMINO (1995), VOSNIADOU, S., & SKOPELITI, I. (2005), ANDRADE (2009)).

Com a finalidade de responder essas perguntas utilizaremos a metodologia descrita a seguir.

METODOLOGIA

Como universo de pesquisa utilizaremos o curso de pedagogia da UFRPE ministrado na Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG-UFRPE), no município de Garanhuns-PE. A amostra foi constituída por 31 alunos cursando o

primeiro período e 15 alunos do último período do mesmo curso. A diferença no quantitativo de alunos ocorre devido à evasão observada no decorrer do curso.

O motivo dessa escolha decorre do objetivo de nossa pesquisa em avaliar quais conceitos os alunos recém ingressos no curso de pedagogia, possuem sobre o sistema Sol-Terra- Lua e em seguida fazer um paralelo com os alunos concluintes buscando verificar se as dificuldades encontradas para esses conteúdos persistem ou não ao longo do curso. Além desse paralelo, poderíamos saber se ao concluir o curso de pedagogia esses alunos possuem conhecimentos básicos de Astronomia que serão necessários caso esses futuros professores venham a lecionar nas séries do ensino fundamental.

Como instrumento para construção dos dados utilizamos um questionário com questões que envolviam conceitos básicos de Astronomia relacionados com as Estações do Ano, os Eclipses, as fases da Lua, características físicas da Terra e da Lua e posição relativa ente os astros.

O questionário foi constituído por quinze questões conceituais contendo questões abertas e de múltipla escolha. Uma das alternativas das questões de múltipla escolha possibilitava ao aluno expressar sua opinião caso discordasse das alternativas propostas. As questões e suas alternativas de respostas foram construídas a partir das concepções alternativas relacionadas a esses fenômenos que foram indicadas por outras pesquisas (ANDRADE,2009), (BARRABÍN,1995), (CAMINO,1995), (LANGHI;NARDI,2005), (LEITE;HOSOUME,2007), (VOSNIADOU, S., & SKOPELITI, I., 2005). Algumas questões também foram baseadas nas provas das Olimpíadas Brasileira de Astronomia do nível 1 e 2.

Conteúdo	Questões
Eclipses	1,2,3
Estações do Ano	12,13,14
Formas da Terra e Lua	4,5,6,9,10,11
Posição relativa dos astros.	7,8,15

quadro 02: Distribuição das questões em relação aos assuntos abordados.

Para avaliar se os alunos tinham certeza de suas respostas ou que estavam simplesmente “chutando” acrescentamos as alternativas: Respondi com certeza e Respondi com dúvida. Dessa forma podemos avaliar se os eventuais erros surgidos nas respostas do questionário seriam decorrentes de concepções alternativas apresentadas pelos alunos, ou seja, se o aluno marcou a alternativa errada e, no entanto, marcou a opção “Respondi com certeza” poderíamos dizer que o aluno teria convicção que aquela alternativa, mesmo errônea, representa a forma como ele entende o fenômeno relacionado (JUNIOR,2008). A seguir iremos discorrer sobre os resultados encontrados na investigação.

RESULTADOS

Analisando o quantitativo das respostas iremos tentar responder as indagações descritas no início dessa pesquisa. Devido à extensão que tomaria o artigo se fosse discutida cada uma das questões, optamos por analisar apenas as que achamos mais interessantes em relação ao objetivo desse trabalho.

Inicialmente tentaremos responder a essas duas indagações:

**Esses futuros professores já participaram de algum curso ou palestra de Astronomia?
Esses alunos tiveram que ministrar alguma aula com conteúdos referentes a Astronomia?**

Dentre os alunos que participaram da pesquisa poucos realizaram alguma atividade que envolvesse Astronomia. Podemos ver pelo gráfico abaixo que apesar da maioria dos alunos alegarem que não participaram de nenhum curso ou palestra de Astronomia eles em algum momento tiveram que dar aula sobre esse campo de conhecimento. É por isso que diante desta realidade enfatizamos a importância de fornecer subsídios aos alunos em curso de formação inicial sobre conceitos introdutórios de Astronomia.

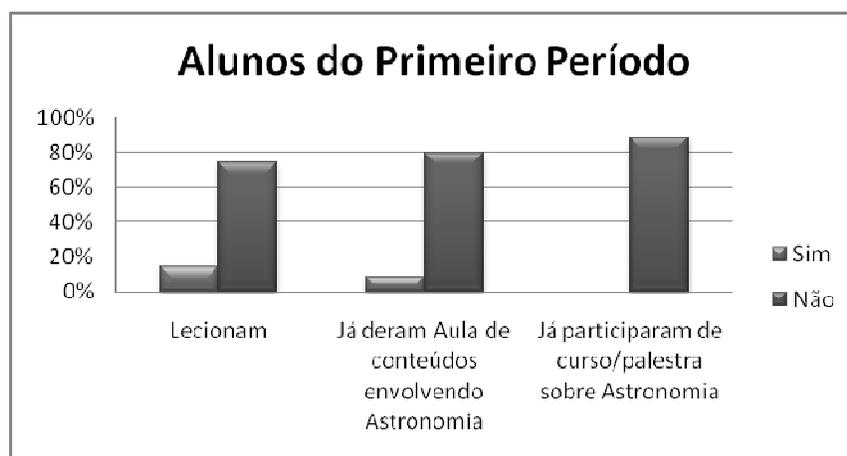


Gráfico 1: Alunos do primeiro período que participaram de alguma atividade relativa a Astronomia

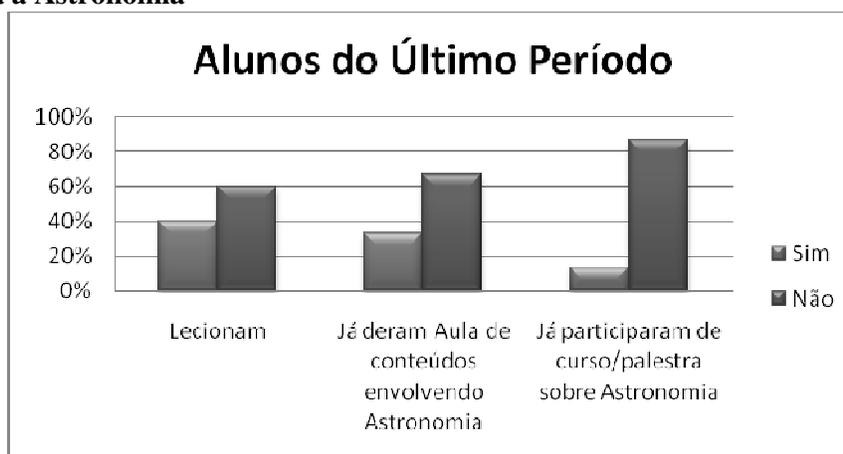


Gráfico 2: Alunos do último período que participaram de alguma atividade relativa a Astronomia

Os alunos que estão ingressando e os que estão se formando no curso de pedagogia da UAG-UFRPE, possuem conhecimentos básicos de Astronomia nos que diz respeito a fenômenos como: Fases da Lua, Eclipses e Estações do Ano?

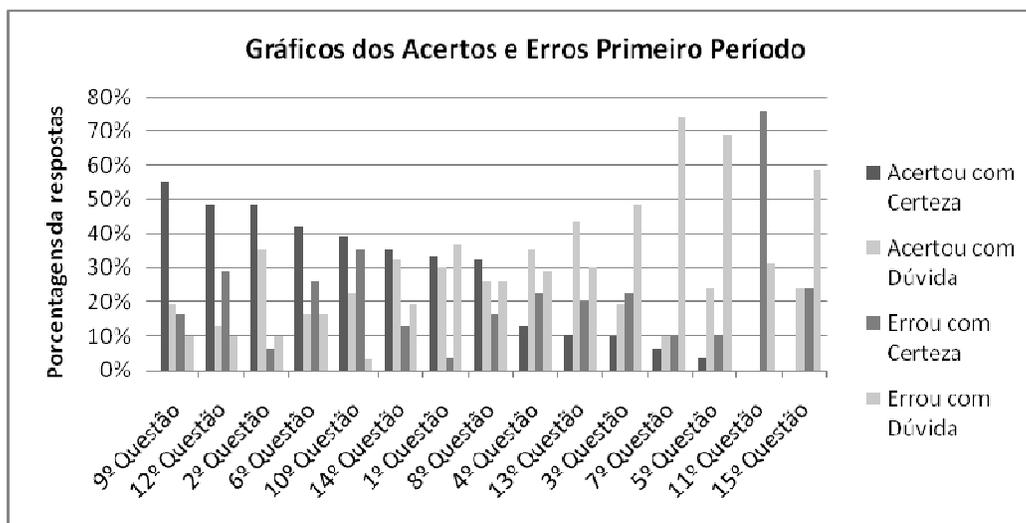


Gráfico 3: Comparação entre as respostas dos alunos do primeiro período no Pré e no Pós-teste

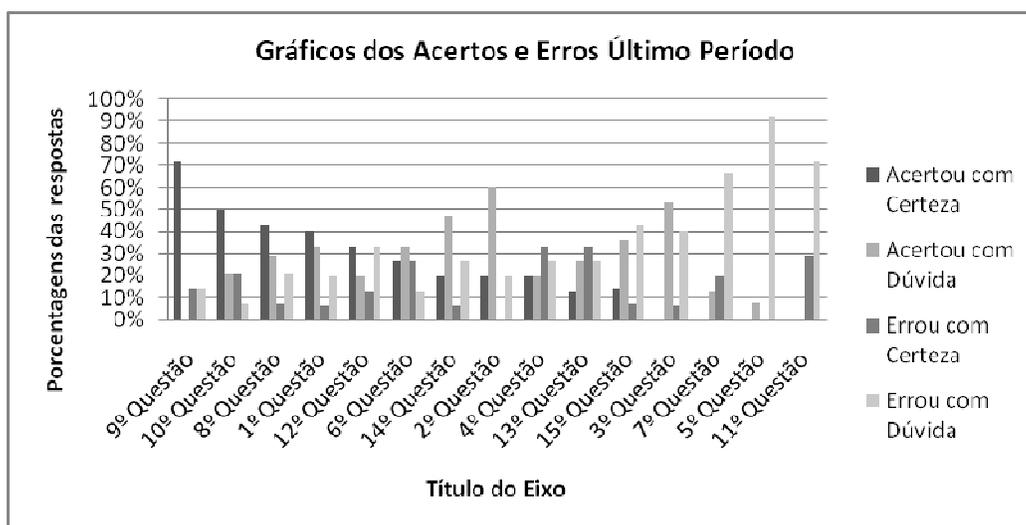


Gráfico 4: Comparação entre as respostas dos alunos do primeiro período no Pré e no Pós-teste

Através dos gráficos podemos perceber que há um grupo de questões onde notamos um maior número de respostas corretas. E outro grupo com questões onde houve uma maior quantidade de respostas erradas.

Ao observarmos as questões, verificamos que as perguntas cujas respostas dependiam apenas de conhecer o fenômeno o índice de acerto foram bem maiores do que as questões que necessitavam de uma explicação do fenômeno. Tomemos por exemplo a 2ª questão.

Duas amigas, amantes da Astronomia, vivem em lugares bem distantes; Alice mora nos EUA e Beatriz mora no Brasil. Certa vez Alice observou um Eclipse Solar e no mesmo instante ligou para Beatriz lhe avisando. Será que Beatriz, aqui no Brasil, poderia também presenciar esse Eclipse Solar? (Desconsidere efeitos meteorológicos como chuva ou céu nublado)

Período	Acertou com Certeza	Acertou com Dúvida	Errou com Certeza	Errou com Dúvida
Primeiro Período	48%	35%	6%	10%
Último Período	20%	60%	0%	20%

quadro 03 : quadro de acertos e erros relativos a questão de número dois.

Essa questão requer que o aluno saiba que o Eclipse Solar não pode ser visto por todos os observadores que estão na mesma face da Terra voltada para o Sol. O índice de acerto foi alto, mesmo sabendo que alguns deles não tinham certeza da respostas. As respostas da categoria “Errou com Certeza” foram de apenas 6%. As respostas dessa categoria foram dadas por aluno que achavam que Eclipses Solares poderiam ser vistos em toda face da Terra que no momento do Eclipse fosse dia.

Nessa questão não foi exigida que o aluno explicasse a causa desse fenômeno. No entanto o questionário continha outras questões cujas alternativas incluíam a explicação de um determinado fenômeno. Como exemplo vejamos a 3ª questão.

Você acha que ocorrem eclipses totais do Sol ou da Lua todos os meses do ano?				
Período	Acertou com Certeza	Acertou com Dúvida	Errou com Certeza	Errou com Dúvida
Primeiro Período	10%	19%	23%	48%
Último Período	0%	53%	7%	40%

quadro 04: quadro de acertos e erros relativos a questão de número três.

Essa questão visava verificar se o aluno sabe que os eclipses não acontecem em todos os meses durante o ano. Nas alternativas de respostas para essa questão havia possíveis explicações para esse fenômeno. Uma das alternativas estava em aberto caso o aluno discordasse das explicações propostas pela questão. Nenhum aluno citou explicações diferentes das propostas na questão. Dos que responderam a questão apenas 10% dos alunos do primeiro período acertaram e marcaram que tinham certeza de sua resposta, enquanto que nenhum dos alunos do último período respondeu com certeza essa questão. É importante ressaltar que não é nossa intenção fazer uma comparação quantitativa dos números de acertos entre primeiro e último período e sim mostrar que as mesmas dificuldades encontradas por alunos ingressantes no curso também foi encontrada nos alunos formandos. Os alunos que tiveram respostas classificadas na categoria “Errou com Certeza” tiveram suas respostas concentradas na opção que relacionava a questão de não haver eclipses todos os meses ao fato do eixo de rotação da Terra possuir uma inclinação em relação a sua orbita de translação. Certamente essa opção foi tão presente devido a ser um conhecimento mais frequente nos meios de informação como livros e internet. O fato da orbita da Lua ser inclinada e isso influenciar na ocorrência dos eclipses parecia ser desconhecida pela maior parte dos alunos.

Quais concepções alternativas poderemos inferir a partir das respostas dadas pelos alunos?

O fato dos alunos terem errado algumas questões e marcado que responderam com certeza pode significar que simplesmente não chutaram a questão e estão convictos que sua maneira

de interpretar o fenômeno estava correta. Partindo desse pressuposto, poderemos inferir algumas concepções alternativas que esses alunos possuem. Iremos tomar como exemplo a 11ª questão.

Faça uma figura que represente melhor o movimento de translação da Terra ao redor do Sol.				
Período	Acertou com Certeza	Acertou com Dúvida	Errou com Certeza	Errou com Dúvida
Primeiro Período	0%	0%	76%	31%
Último Período	0%	0%	29%	71%

quadro 05 : quadro de acertos e erros relativos a questão de número onze.

Podemos perceber pelo gráfico que não houve nenhuma resposta correta, no entanto essa foi a questão onde os alunos responderam com maior índice de certeza.

Ao pedirmos para os alunos desenharem qual seria a forma que mais se aproxima da órbita da Terra, 76% alunos do primeiro e 29% do último período, desenharam uma elipse com uma excentricidade bastante acentuada. A causa dessa concepção pode dever-se ao fato de que a maioria dos livros didáticos trazem a informação de que a órbita da Terra é uma elipse. Sabemos, é claro, que essa informação é correta, no entanto falta a informação de que a excentricidade dessa elipse é muito pequena e que podemos aproximar essa elipse a uma circunferência (CANALLE, 2003). Além disso algumas figuras sobre a órbita da Terra encontradas tanto nos livros quanto na internet levam os alunos a terem uma representação da órbita da Terra como uma elipse com um índice elevado de excentricidade. A próxima questão também ilustra bem as concepções alternativas para os fenômenos estudados.

Faça uma figura que melhor represente a forma da Lua.				
Período	Acertou com Certeza	Acertou com Dúvida	Errou com Certeza	Errou com Dúvida
Primeiro Período	39%	23%	35%	3%
Último Período	50%	21%	21%	7%

quadro 06: quadro de acertos e erros relativos a questão de número dez.

Nessa questão foi solicitado ao aluno que fizesse um desenho que representasse a Lua. De acordo com os desenhos adotamos duas categorias de respostas. A categoria Tipo I indicava uma figura representativa da Lua como um corpo circular (figura 01). Enquanto da categoria Tipo II indicava os desenhos que se assemelhavam com uma meia-lua ou foice (figura 02).

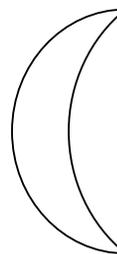
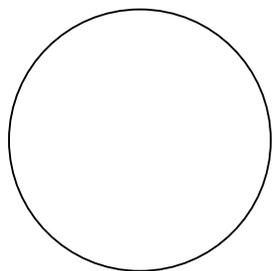


Figura 01: Desenho ilustrando as respostas do Tipo I

Figura 02: Desenho ilustrando as respostas do Tipo II

Apesar da quantidade considerável de respostas certas, o índice de erros com certeza chamou atenção para as respostas da categoria Tipo II.

A representação da Lua como uma meia-lua ou foice foi encontrada em 35% do primeiro e em 21% no último período das respostas marcadas como respondidas com certeza. O fato de representar a Lua como a forma de uma foice já foi chamado atenção por outros autores (ANDRADE,2009), (CAMINO,1995), (VOSNIADOU, S., & SKOPELITI, I.,2005) em diferentes idades e graus de escolaridade.

A próxima questão pedia que o aluno marcasse a alternativa que melhor descrevesse o porquê das fases da Lua.

Você já deve ter notado que a Lua muda de aparência durante os dias do mês. A que se deve essa mudança?				
Período	Acertou com Certeza	Acertou com Dúvida	Errou com Certeza	Errou com Dúvida
Primeiro Período	13%	35%	23%	29%
Último Período	20%	20%	33%	27%

quadro 07: quadro de acertos e erros relativos a questão de número quatro.

Nessa questão é interessante notar as alternativas da categoria “Errou com Certeza”. Dentre as alternativas que foram mais frequentes foi a que atribuía à sombra da Terra como a causa das fases da Lua. É relevante destacar que certas concepções alternativas independem de idade ou formação. Ainda para essa pergunta alguns alunos marcaram a alternativa que explicava as fases lunares como uma propriedade física da Lua; A lua possuiria um lado claro e outro escuro que iria girando e assim com o passar do tempo mostraria a face clara e em outro momento a face escura. Essa mesma concepção foi encontrada em alunos da Educação de Jovens e Adultos em uma pesquisa realizada anteriormente (ANDRADE,2009).

Qual fenômeno, dos destacados por essa pesquisa, se mostrou ser o mais desconhecido pelos alunos?

Considerando como critério a porcentagem de respostas marcadas com dúvida pelos alunos poderemos inferir quais questões e quais conceitos foram os mais desconhecidos pelos alunos. Levando em conta esse critério a questão que foi respondida com o maior índice de dúvida estava relacionada ao fato da Lua possuir sempre a mesma face voltada para Terra.

A Lua sempre nos apresenta a mesma face, sendo assim existe um lado da Lua que nunca veremos aqui da Terra.				
Período	Acertou com Certeza	Acertou com Dúvida	Errou com Certeza	Errou com Dúvida
Primeiro Período	3%	24%	10%	62%
Último Período	0%	8%	0%	92%

quadro 08: quadro de acertos e erros relativos a questão de número cinco.

Essa questão foi a que obteve o maior índice de dúvidas e também um baixo índice de acerto. Das respostas erradas a alternativa que foi assinalada com maior frequência foi a que dizia que a afirmação acima era falsa e que aqui da Terra era possível visualizar toda a superfície da Lua. Sabemos que a Lua sempre fica com a mesma face voltada para Terra, isso se deve ao fato da Lua possuir um período de rotação igual ao período de translação em volta da Terra (BOCZKO, 1995). O fato da baixa quantidade de acertos indica que poucos alunos sabiam que a Lua exibe apenas uma face voltada para Terra.

Outra questão que também levantou um grande índice de dúvidas foi a que dizia respeito à proximidade dos astros em relação à Terra.

Qual das seguintes seqüências está corretamente agrupada em ordem de maior proximidade da Terra?				
Período	Acertou com Certeza	Acertou com Dúvida	Errou com Certeza	Errou com Dúvida
Primeiro Período	6%	10%	10%	74%
Último Período	0%	13%	20%	67%

quadro 08: quadro de acertos e erros relativos a questão de número sete.

Essa questão pedia que os alunos ordenassem os astros em relação à ordem de proximidade da Terra. Como podemos perceber o índice de acerto foi bem baixo e o índice de dúvida bastante elevado. Das alternativas incorretas a que foi mais marcada colocava as estrelas como estando mais próximas da Terra do que Plutão. Podemos inferir que os alunos levaram em consideração o critério de visibilidade. Como podemos ver as estrelas a olho nu e Plutão não, seríamos levados a crer que Plutão está mais distante que as estrelas. Esse fato de associar visibilidade a proximidade dos astros poderia ser considerada uma concepção alternativa relacionada à estrutura do universo.

CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi investigar os conhecimentos básicos de Astronomia com alunos do curso de pedagogia que futuramente poderão lecionar nas séries iniciais do ensino fundamental. Diante do que foi exposto, percebemos a importância de se trabalhar esses conteúdos desde o curso de formação inicial, tendo em vista que alguns desses alunos, em algum momento, tiveram que ministrar aulas sobre conteúdos de Astronomia.

Os PCN reiteram a importância de se trabalhar os conteúdos de Astronomia desde as séries iniciais, pois a partir da compreensão desses fenômenos é possível compreender melhor outros conceitos relacionados com outros temas como meio ambiente e sociedade.

Percebemos também que através das questões propostas nesse trabalho foi possível identificar algumas concepções alternativas também encontradas em outros níveis de escolaridades e idade. (ANDRADE,2009), (BARRABÍN,1995), (CAMINO, 1995), (LANGHI;NARDI,2005), (LEITE;HOSOUME,2007), (VOSNIADOU, S., & SKOPELITI, I.,2005).

Apesar de haver diversos trabalhos que orientam e enfatizam o ensino de Astronomia em cursos de formação continuada (LANGHI;NARDI,2004,2005), (LEITE,2005), (QUEIROZ,2005) nosso trabalho pode levar a uma reflexão da necessidade de se trabalhar

conceitos básicos de Astronomia durante o curso de formação inicial e de se procurar estratégias pedagógicas que melhor se adaptem a tal finalidade.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M; ARAÚJO, A ; NEUBERGE, C . As Concepções de Alunos do EJA sobre a Lua: Um Estudo Exploratório . In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009, Vitória. Anais do XVIII SNEF, 2009.
- BARRABÍN, J. M. ¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. *Enseñanza de las Ciencias*, v.13, n.2, p.227-236, 1995.
- BOCZKO, R. . *Conceitos de Astronomia*. São Paulo: Edgard Blücher - 3ª edição, 1995. 429 p.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. – Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- 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*, v.13, n.1, p.81-96, 1995.
- CANALLE, J.B.G. O problema do ensino da Órbita da Terra. *Física na Escola*. v.4, n.2. 2003
- CANIATO, R.; HAMBURGER, E. W.; CHRISPINO, Á. *O que é Astronomia*. 7.ed. São Paulo: Brasiliense, 1989, 182p. (Primeiros Passos, 45).
- JUNIOR, J.H.T.C. O software Modellus aliado a estratégia de ensino: um estudo comparativo do desempenho dos alunos do ensino médio nas aulas de cinemática e dinâmica. Dissertação (Mestrado em Educação). Alagoas: Centro de Educação, UFAL, 2008.
- LANGHI, R., NARDI R. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino de Astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia RELEA*, n. 2, p. 75-92. 2005.
- LANGHI, R., NARDI R. Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Jaboticatubas, 2004.
- LANGHI, R., *Idéias de Senso Comum em Astronomia* Este texto foi elaborado com base na apresentação oral de mesmo título no 7º Encontro Nacional de Astronomia (ENAST), em novembro de 2004
- LEITE, C. ; *Formação do Professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na especialidade*. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da USP – São Paulo – 2006.
- LEITE, C. ; HOSOUME, Y. . O professor de Ciências e sua forma de pensar a Astronomia. *Revista Latino Americana de Educação Em Astronomia*, v. 4, p. 47-68, 2007.
- NARDI, R.; CARVALHO, A. M. P. Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra. *Investigações em ensino de ciências*, v.1, nº2. Porto Alegre. UFRGS. 1996.
- QUEIROZ, A. S. B. *Ensino de Astronomia nos 1º e 2º ciclos do nível fundamental e na educação de jovens e adultos: exemplos e discussões*. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.
- TEODORO, S. R. A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Bauru: Faculdade de Ciências, UNESP, 2000.
- VOSNIADOU, S., & SKOPELITI, I. (2005). Developmental Shifts in Children's Categorizations of the Earth. In B. G. Bara, L. Barsalou, & M. Bucciarelli (Eds.), *Proceedings of the XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Italy . pp. 2325-2330.

ANEXOS

ANEXO A – CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS SEGUNDO NOVAK (1996)

1. Proposições. A relação de significado entre dois conceitos é indicada pela linha que os une e pela(s) palavra(s) de ligação correspondentes? A relação é válida? Atribua um ponto por cada proposição válida e significativa que apareça.

2. Hierarquia. O mapa revela uma hierarquia? Cada um dos conceitos subordinados é mais específico e menos geral que o conceito escrito por cima dele (do ponto de vista do contexto no qual se constrói o mapa conceptual)? Atribua 5 pontos por cada nível hierárquico válido.

3. Ligações cruzadas. O mapa revela ligações significativas entre um segmento da hierarquia conceptual e outro segmento? Será que a relação que se mostra é significativa e válida? Atribua 10 pontos por cada relação cruzada que seja simultaneamente válida e significativa e 2 pontos por cada relação cruzada que seja válida mas que não traduza qualquer síntese entre grupos de proposições ou conceitos relacionados. As ligações cruzadas podem indicar capacidade criativa e há que prestar uma atenção especial para as identificar e reconhecer. As ligações cruzadas criativas ou peculiares podem ser alvo de um reconhecimento especial ou receber uma pontuação adicional.

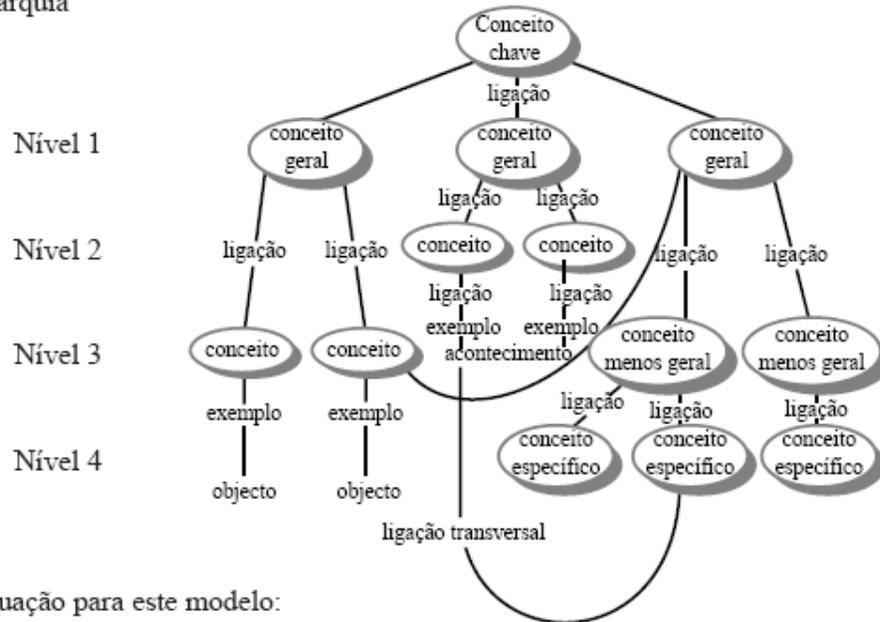
4. Exemplos: Os acontecimentos ou objectos concretos que sejam exemplos válidos do que designam os termos conceptuais podem valer cada um 1 ponto. (Estes exemplos não se rodeiam com um círculo, uma vez que não são conceitos.)

5. Pode-se construir e pontuar um mapa de referência para o material que se vai representar nos mapas conceptuais. Depois, dividem-se os pontos dos alunos pela pontuação obtida para esse mapa de referência, obtendo-se deste modo uma percentagem que serve de comparação. (Alguns alunos podem ter melhor classificação que o mapa de referência, recebendo assim uma pontuação superior a 100%.)

ANEXO B – MODELO DE PONTUAÇÃO SEGUNDO NOVAK (1996)

Modelo de pontuação

Hierarquia



Pontuação para este modelo:

Relações (quando válidas) = 14

Hierarquia (quando válida) $4 \times 5 = 20$ Ligações transversais (se forem válidas e significativas) $10 \times 2 = 20$ Exemplos (se válidos) $4 \times 1 = 4$

58 pontos no total
