

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

THIAGO MACHADO LUZ

**UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DAS ESTAÇÕES DO ANO COM BASE EM UM
REFERENCIAL TOPOCÊNTRICO**

UBERLÂNDIA

2016

THIAGO MACHADO LUZ

UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DAS ESTAÇÕES DO ANO COM BASE EM UM
REFERENCIAL TOPOCÊNTRICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Daniel Longhini.

UBERLÂNDIA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

L979p
2016

Luz, Thiago Machado, 1978-
Uma proposta para o ensino das estações do ano com base em um
referencial topocêntrico / Thiago Machado Luz. - 2016.
163 f. : il.

Orientador: Marcos Daniel. Longhini.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.
Inclui bibliografia.

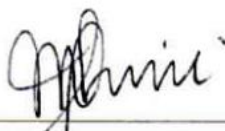
1. Ciência - Estudo e ensino - Teses. 2. Estações do ano - Teses. 3.
Aprendizagem - Teses. 4. Astronomia - Estudo e ensino - Teses. I.
Longhini, Marcos Daniel. II. Universidade Federal de Uberlândia.
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III.
Título.

CDU: 50:37

UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DAS ESTAÇÕES DO ANO COM BASE EM UM REFERENCIAL TOPOCÊNTRICO

Dissertação aprovada para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia (MG) pela banca examinadora formada por:

Uberlândia, 16 de fevereiro de 2016.



Prof. Dr. Marcos Daniel Longhini – UFU/MG



Prof. Dr. Sandro Rogério Vargas Ustra – UFU/MG



Prof. Dr. Marcos Dionizio Moreira – UFTM/MG

A Deus.

Aos meus pais, Wagner Oliveira Luz e Celina Machado Luz.

Ao meu irmão, Vinícius Machado Luz.

À minha esposa, Luciene Correia Santos de Oliveira Luz.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Ao professor Marcos Daniel Longhini, pelas várias oportunidades de aprendizagem, pela dedicação e pela inspiração.

À Hanny Angeles Gomide, pelas contribuições.

À professora Débora Coimbra Martins e ao professor Sandro Rogério Vargas Ustra, pelas contribuições no Exame de Qualificação.

Aos professores e colegas do PPGECM – UFU.

O ensino da matemática e das ciências, por exemplo, continua a basear-se muito na aprendizagem memorizada de fórmulas e de passos de procedimentos, no reconhecimento memorizado de “problemas tipo” estereotipados e na manipulação mecânica de símbolos (AUSUBEL, 2003, p. 167).

RESUMO

Pesquisas realizadas em vários países têm confirmado a dificuldade dos estudantes em explicar as causas das estações do ano, cuja aprendizagem, na maioria das vezes, ocorre de forma equivocada. O tema estações do ano tem sido comumente tratado nos livros didáticos de maneira distante do cotidiano das pessoas, com base no sistema heliocêntrico, exigindo abstração para se entender o fenômeno. Diante dessa dificuldade, há que se pensar em uma proposta de ensino que possibilite aos estudantes perceberem as características do ambiente, suas mudanças ao longo do ano e também os períodos das estações. Assim, nosso objetivo foi trabalhar a partir da perspectiva do observador na superfície terrestre, fazendo uso, portanto, do sistema topocêntrico. Para isso, construímos uma sequência didática fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003) e na teoria da aprendizagem significativa crítica de Moreira (2010), que foi aplicada a estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental e do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Jerônimo Arantes, no município de Uberlândia/MG, tendo-se em vista o conhecimento prévio deles e suas concepções alternativas, levantados mediante entrevistas. Posteriormente, a fim de avaliar a metodologia aplicada, realizamos novas entrevistas, por meio das quais percebemos melhorias na aprendizagem em relação à caracterização das estações do ano com base na trajetória aparente do Sol, o que atribuímos à mudança do referencial de observação e aos meios de se obter os dados relativos ao volume de chuvas e médias de temperatura na cidade ao longo do ano. Por outro lado, há pontos que não foram destaques na aprendizagem, como a associação do inverno às chuvas e as próprias causas das estações, mas que deixamos em aberto para investigações futuras.

Palavras-chave: Estações do ano. Referencial topocêntrico. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

Studies carried out in several countries have confirmed the students' difficulty in explaining the causes of the seasons of the year, and most of times their learning takes place incorrectly. The seasons of the year have been generally treated in didactic books apart from people's routine, based on the heliocentric system, what demands abstraction to understand the phenomenon. Before this difficulty, it is necessary to think about a teaching proposal which allows the students to realize the environmental characteristics and its changes over time, as well as the seasons themselves. Thus, our goal was to work from the perspective of the observer on the terrestrial surface, therefore using the topocentric system. For that, we constructed a didactic sequence, grounded in Ausubel's meaningful learning theory (2003) and in Moreira's critical meaningful learning theory (2010), which was applied to students in 9th grade of elementary school and in 2th grade of high school at Escola Estadual Jerônimo Arantes, in Uberlândia, Minas Gerais, owing to their previous knowledge and alternative conceptions, which were collected via interviews. Afterwards, to evaluate the applied methodology, we made new interviews, by which we realized improvement in learning in relation to the characteristics of the seasons based on Sun's apparent path, which we attribute to reference the change of observation and the means to obtain data on the volume of rainfall and average temperature in the city throughout the year. On the other hand, there are points that were not highlighted in learning, such as the link between winter and rainy season and the causes of the seasons, points left to be discussed in future investigations.

Keywords: Seasons of the year. Topocentric referential. Meaningful learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplo de representação das estações do ano em livros didáticos	13
Figura 2 – Trajetórias aparentes do Sol (pontilhadas) para um observador em uma cidade de latitude de 45° S nos solstícios de verão (V) e de inverno (I)	15
Figura 3 – Representação esquemática da concepção alternativa MD-EO	19
Figura 4 – Representação esquemática da concepção alternativa MD-IE	19
Figura 5 – Representação esquemática da concepção alternativa MD-CT	20
Figura 6 – Representação esquemática da concepção alternativa MD-VV	21
Figura 7 – Representação esquemática da concepção alternativa MD-OC	21
Figura 8 – Representação esquemática da concepção alternativa MDI-TM	22
Figura 9 – Representação esquemática da concepção alternativa MDI-TL	23
Figura 10 – Representação esquemática da concepção alternativa MES	23
Figura 11 – Representação esquemática da concepção alternativa MLDS	24
Figura 12 – Representação esquemática da concepção alternativa MEN	25
Figura 13 – Representação do ciclo de estações no referencial heliocêntrico	29
Figura 14 – Sugestão de representação esquemática do ciclo de estações no referencial heliocêntrico e sem proporcionalidade na escala de tamanho	29
Figura 15 – Representação da órbita da Terra no referencial heliocêntrico	30
Figura 16 – Representação do ciclo de estações no referencial heliocêntrico	31
Figura 17 – Imagens da vegetação em um local no hemisfério norte para as quatro estações	31
Figura 18 – Representação do ciclo de estações no referencial topocêntrico para diferentes latitudes	32
Figura 19 – Representação equivocada da imagem em relação à legenda	33
Figura 20 – Representação esquemática das causas das estações pelo ângulo de incidência dos raios solares	33
Figura 21 – Representação esquemática da órbita da Terra em vista superior e em perspectiva	34
Figura 22 – Texto que aborda as estações sob o referencial topocêntrico	35
Figura 23 – Texto que faz referência ao gnômon como um instrumento de medição a partir do referencial topocêntrico	35
Figura 24 – Representação esquemática do <i>continuum</i> AM-AS de aprendizagem: da aprendizagem mecânica à aprendizagem significativa	38
Figura 25 – Representação da atuação do mecanismo de aprendizagem significativa	39
Figura 26 – Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa (assimilação) e respectivas interações com o elemento subsunçor “A” para uma mesma estrutura cognitiva	41
Figura 27 – Representação gráfica dos processos de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora	43
Figura 28 – Representação esquemática do <i>continuum</i> de aprendizagem, de aprendizagem por recepção à aprendizagem por descoberta	44

Figura 29 – Tipos de aprendizagem conforme a relação do novo conhecimento (em destaque) com o conhecimento prévio	46
Figura 30 – Classificação da aprendizagem significativa conforme referências do conhecimento prévio e do novo conhecimento	48
Figura 31 – O conhecimento prévio é a base para a aprendizagem significativa e para a aprendizagem significativa crítica	50
Figura 32 – Modelo simplificado da negociação de significados	51
Figura 33 – Modelo simplificado de adequação da negociação de significados	51
Figura 34 – Modelo simplificado da concepção do aprendiz perceptor/representador	53
Figura 35 – Representação gráfica das quatro modalidades de consciência semântica para uma aprendizagem significativa crítica	55
Figura 36 – Esquema explicativo sobre como o erro pode ser fomentador da evolução dos modelos mentais	56
Figura 37 – Esquema explicativo sobre como ocorre a desaprendizagem	57
Figura 38 – Esquema explicativo sobre como é articulado o conhecimento	58
Figura 39 – Detalhes da localização da Escola Estadual Jerônimo Arantes e de seus arredores	61
Figura 40 – Esquema explicativo sobre como proceder na organização do material instrucional tomando como referência o conhecimento prévio e o novo conhecimento	63
Figura 41 – Esquema explicativo situando os novos subsunçores provenientes do organizador prévio. Detalhe para a representação da assimilação com a linha diagonal	64
Figura 42 – Mapa conceitual para identificação dos subsunçores relevantes à aprendizagem do tema estações do ano em um referencial topocêntrico ..	65
Figura 43 – Programação do curso ao longo do ano com dados referentes ao Hemisfério Sul	72
Figura 44 – Posicionamento da proposta de ensino em relação à aprendizagem significativa e à aprendizagem por descoberta	75

Quadro 1 – Algumas obras analisadas do PNLD 2014	28
Quadro 2 – Distribuição das atividades na sequência didática	74

Gráfico 1 – Tipos de respostas apresentadas pelos participantes sobre a causa das estações do ano	67
Gráfico 2 – Tipos de imagens apresentadas pelos participantes relacionadas ao verão ..	68
Gráfico 3 – Tipos de imagens apresentadas pelos participantes relacionadas ao outono	68
Gráfico 4 – Tipos de imagens apresentadas pelos participantes relacionadas ao inverno	69

Gráfico 5 – Tipos de imagens apresentadas pelos participantes relacionadas à primavera	70
Gráfico 6 – Respostas em relação aos meses de maior e menor duração do dia	71
Gráfico 7 – Quais são as estações do ano?	100
Gráfico 8 – Em que estação estamos agora?	100
Gráfico 9 – Em que mês começa cada estação do ano?	101
Gráfico 10 – Diferença percebida entre as estações	102
Gráfico 11 – Por que ocorrem as estações?	102
Gráfico 12 – Imagens características do verão	103
Gráfico 13 – Imagens características do outono	104
Gráfico 14 – Imagens características do inverno.....	104
Gráfico 15 – Imagens características da primavera.....	105
Gráfico 16 – Mês do ano em que mais chove em Uberlândia	106
Gráfico 17 –Mês do ano em que menos chove em Uberlândia	106
Gráfico 18 – Como descobrir o mês de chuva?	107
Gráfico 19 – Mês em que mais faz calor em Uberlândia	108
Gráfico 20 – Mês em que faz mais frio em Uberlândia.....	108
Gráfico 21 – Maior temperatura registrada na escola	109
Gráfico 22 – Menor temperatura registrada na escola	109
Gráfico 23 – Como descobrir o mês com maior ou menor temperatura.....	110
Gráfico 24 – Qual é o horário de maior e de menor sombra?	111
Gráfico 25 – Divisão de horas claras e de horas escuras.....	111
Gráfico 26 – Meses com horas claras maiores e com horas claras menores	112
Gráfico 27 – Local do nascente e do poente do Sol.....	113
Gráfico 28 – Trajetória do Sol.....	114
Gráfico 29 – Horário em que o Sol fica no ponto mais alto	114

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 REVISÃO DE LITERATURA	18
1.1 As concepções alternativas dos estudantes em relação às estações do ano	18
1.2 As representações das estações do ano nos livros didáticos	27
1.3 Aprendizagem significativa	36
1.4 Aprendizagem significativa por recepção e aprendizagem significativa por descoberta	43
1.4.1 <i>Relações entre conhecimentos novos e conhecimentos prévios</i>	45
1.5 Aprendizagem significativa crítica	48
2 A ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	61
2.1 O cenário	61
2.2 Metodologia de coleta e análise de dados do conhecimento prévio e de aprendizagem ao final da aplicação da proposta	62
2.2.1 <i>Identificação dos subsunçores</i>	63
2.2.2 <i>Dados para a elaboração da sequência didática</i>	66
3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	72
3.1 Resultados da implementação da proposta com estudantes da Educação Básica	96
3.1.1 <i>Análise das atividades</i>	96
3.1.2 <i>Análise das entrevistas</i>	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
REFERÊNCIAS	118
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA	122
APÊNDICE B – ATIVIDADES	125
APÊNDICE C – METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DA SD	148
APÊNDICE D – UTILIZAÇÃO DA CÚPULA ACRÍLICA COM MARCAÇÕES DE TRAJETÓRIAS DO SOL	161
APÊNDICE E – ESTAÇÕES DO ANO	162
APÊNDICE F – DADOS OBTIDOS PELOS ESTUDANTES NA ESCOLA	163

INTRODUÇÃO

A Astronomia é um tema que geralmente causa curiosidade entre as pessoas e, por conseguinte, interpretações não científicas diante do que é observável são comuns e passadas de geração a geração. Como “ciência dos astros e mais genericamente de todos os objetos e fenômenos celestes” (MOURÃO, 1987, p. 68), sua relevância para a humanidade vem no sentido de dar respostas a questões do tipo: “De onde viemos?”, “Onde estamos?”, “O que são as estrelas?”. Por consequência, isso nos leva à necessidade de seu aprendizado de modo formal nas instituições de ensino, onde a ciência está mais próxima dos estudantes nos currículos escolares. No entanto, o ensino formal de Astronomia, no Brasil, é considerado insuficiente, conforme afirmam Langhi e Nardi (2009, p. 3):

No âmbito da educação básica, as escolas de educação infantil, ensino fundamental e ensino médio atuam de modo formal no papel de instituições que promovem o processo de ensino/aprendizagem de conteúdos de astronomia, embora de modo reduzido, e muitas vezes até nulo.

Segundo Barrio (2010, p.161), a “Astronomia é uma das áreas do conhecimento científico que possui um grande potencial educativo, principalmente porque permite tratar problemas sobre a natureza do cosmos e do homem”. Portanto, ela favorece o ensino em diferentes disciplinas escolares, como a Física, a Química, a Biologia, dentre outras.

Documentos oficiais da educação brasileira tratam do ensino de Astronomia, como é o caso dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Ciências Naturais para o terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental (BRASIL, 1998). Neles, há um eixo temático denominado “Terra e Universo”, em que se orienta que os estudantes trabalhem com dados obtidos diretamente do céu, ou seja, que sejam respeitados o local e o tempo correto para a aprendizagem (BRASIL, 1998). Também nessa orientação recomenda-se que “é fundamental privilegiar atividades de observação e dar tempo para os alunos elaborarem suas próprias explicações” (BRASIL, 1998, p. 62).

Para o Ensino Médio, há outro documento oficial, o Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002), o qual afirma que as disciplinas constituintes do grupo composto por Ciências da Natureza (Física, Química, Biologia) e Matemática e suas Tecnologias, por suas características comuns, compartilham de forma integrada os conteúdos de Astronomia. Estes são apresentados como um dos temas estruturadores (“Universo, Terra e vida”) da disciplina de Física, sendo

desdobrados nas seguintes unidades temáticas: “Terra e sistema solar”, “O Universo e sua origem” e “Compreensão humana do Universo”.

Assim, a Astronomia está indicada nas várias disciplinas da Educação Básica como conteúdos a serem trabalhados pelos professores de Ciências, Geografia, Física e áreas afins. Nesse sentido, os livros didáticos têm um papel fundamental para a disseminação desse conhecimento. Selles e Ferreira (2004, p. 103) afirmam que “os livros didáticos têm sido, ao longo de nossa tradição cultural, um poderoso instrumento de seleção e organização dos conteúdos e métodos de ensino”.

Um tema comum no ensino de Astronomia e, por consequência, presente nos livros didáticos, é o das estações do ano. Para Selles e Ferreira (2004), as estações do ano são representadas nos livros didáticos brasileiros sem uma identificação de nossas características regionais, como demonstra a Figura 1, abaixo. Além disso, um estudo de Langhi e Nardi (2008) evidencia que os livros didáticos apresentam erros conceituais comuns relativos a esse tema.

Figura 1 – Exemplo de representação das estações do ano em livros didáticos



Fonte: Selles e Ferreira (2004, p. 105).

A título de exemplo, Sobreira (2010), analisando os livros didáticos de Geografia que também tratam das estações do ano, afirma que há obras que trazem a órbita da Terra excessivamente elíptica e que estas se apresentam no referencial heliocêntrico, desconsiderando-se o fator histórico das observações do cotidiano dos povos antigos. Apesar

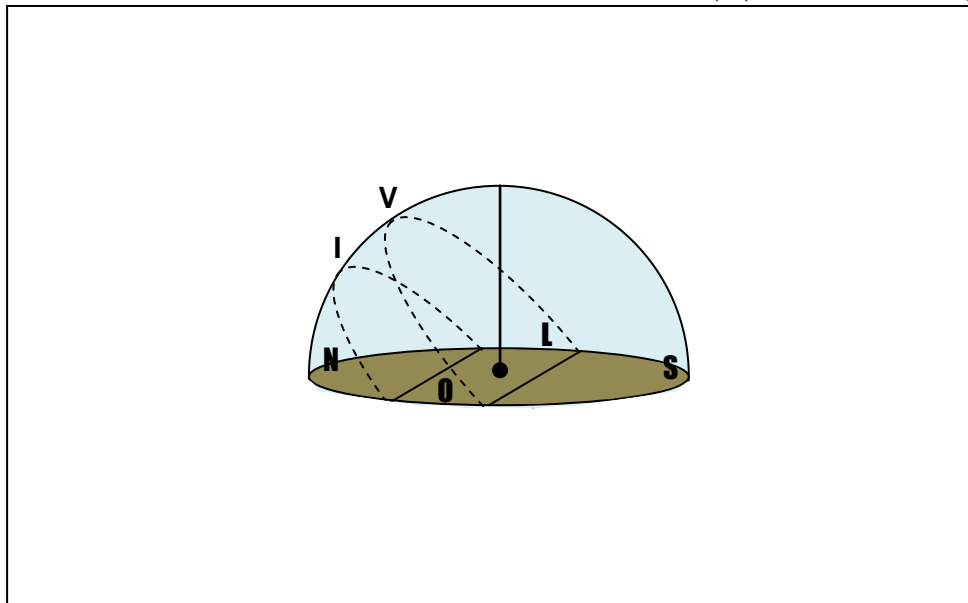
da importância do fator histórico, a presente proposta não fará essa abordagem, visto que o processo em que os estudantes estarão imersos será de cunho observacional, com foco em suas próprias ideias e no tempo natural de ocorrência dos fenômenos. Em relação à representação da órbita da Terra nos livros didáticos, essa excentricidade exagerada da órbita de nosso planeta pode induzir à concepção alternativa, ou seja, não científica, de que as estações do ano ocorrem devido à variação de proximidade da Terra em relação ao Sol, por exemplo.

Acredita-se que tanto os saberes advindos da socialização cotidiana quanto os ensinamentos, porventura equivocados, propiciados por alguns livros didáticos, contribuem para a formação de concepções alternativas, visto que, segundo Giordan e Vecchi (1996, p. 95), a elaboração de uma concepção ocorre “a partir das informações que o aprendente recebe pelo intermédio de seus sentidos, mas também das relações que mantém com outrem, indivíduos ou grupos, durante sua história”.

Assumimos como premissa que valorizar as percepções cotidianas dos estudantes e considerar o conhecimento prévio deles pode facilitar a abordagem de diversos temas. É o caso do tema estações do ano, que guarda uma estreita relação com a observação direta no dia a dia, seja a partir de aspectos visuais do clima e da vegetação, das projeções de sombras e da consequente trajetória do Sol no céu, ou mesmo das constelações características de cada um desses períodos.

O referencial heliocêntrico, comumente adotado no ensino das estações do ano, é, de acordo com Mourão (1987), um sistema de coordenadas cuja origem é o centro do Sol, ou seja, a referência é o astro-rei de nosso sistema solar. Há também o referencial topocêntrico, que, segundo o mesmo autor, é um sistema de coordenadas com origem no local de observação. Então, a observação diária, com algum ponto de referência no sistema topocêntrico, permite-nos verificar que o Sol não nasce exatamente no ponto cardeal Leste (com coordenadas específicas), como nos é apresentado frequentemente, sendo interiorizado como fato, e também que não terá invariavelmente seu ocaso no ponto Oeste, ou mesmo que ao meio-dia (12h do relógio) o Sol não estará necessariamente a pino (zênite), pois, em diferentes épocas do ano e num mesmo horário, sua trajetória é deslocada ora para o norte, ora para o sul. Esse deslocamento na direção Norte-Sul da trajetória aparente do Sol possibilita que seu percurso diário (direção Leste-Oeste) seja em determinada época maior, como ilustrado na Figura 2, ocasionando dias maiores (maior quantidade de horas claras: verão) ou dias menores (menor quantidade de horas claras: inverno).

Figura 2 – Trajetórias aparentes do Sol (pontilhadas) para um observador em uma cidade de latitude de 45° S nos solstícios de verão (V) e de inverno (I)



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na região de Uberlândia, observam-se, em relação ao verão, intensas chuvas e, conseqüentemente, uma maior umidade relativa do ar, enquanto que no inverno as precipitações são escassas, proporcionando um clima seco, com influências desde o aspecto visual da vegetação até a qualidade de vida das pessoas, uma vez que há um aumento significativo de doenças respiratórias nesse período. Para a Secretaria Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente de Uberlândia, o clima da cidade é classificado como “Cwa”, que significa meio quente e úmido, com chuvas de verão, verões quentes e invernos brandos (UBERLÂNDIA, 2006).

Acreditamos que a observação do céu no dia a dia a partir do nosso ponto de vista, ou seja, do local onde nos encontramos na superfície da Terra (referencial topocêntrico), possibilita tratarmos o tema estações do ano, aproximando-o, assim, dos conceitos que o envolvem na prática cotidiana. Pelo fato de que “a maioria dos professores da área de Ciências Naturais ainda permanece seguindo livros didáticos, insistindo na memorização de informações isoladas” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 127), o ensino de Astronomia nesse contexto, em especial, das estações do ano é, de maneira geral, pouco relacionado ao cotidiano dos estudantes. Além disso, as obras didáticas, via de regra, têm explorado o tema tomando por base o referencial heliocêntrico, que, para Navarrete, Azcárate e Oliva (2004), apresenta maior dificuldade de compreensão para o estudante.

O tema estações do ano consta nos PCN de Ciências Naturais para o terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental (BRASIL, 1998, p. 93) no eixo temático “Terra e Universo”, em que se busca “investigar as manifestações locais das estações do ano”. O tema também é sugerido nos PCN+ (BRASIL, 2002) para que seja abordado na disciplina de Física no Ensino Médio, fazendo parte da unidade temática “Terra e Sistema Solar”, do tema estruturador “Universo, Terra e Vida”. Especificamente para o Estado de Minas Gerais, há o Conteúdo Básico Comum (CBC), que não prevê no ensino de Ciências as estações do ano. Por outro lado, na disciplina de Física do Ensino Médio, no eixo temático “Energia e Vida na Terra”, uma das habilidades pretendidas é “compreender que as estações climáticas se devem à inclinação do eixo de rotação da Terra” (MINAS GERAIS, 2007). Assim, esse documento destoa dos nacionais anteriormente citados ao propor o tratamento das estações do ano apenas no Ensino Médio e com o referencial heliocêntrico.

A partir do cenário descrito, a presente pesquisa tem como objetivo central propor uma sequência didática para o ensino do tema “estações do ano”, tendo por base o referencial topocêntrico, além de analisar dados de sua implementação junto a estudantes da Educação Básica. Tal sequência pauta-se na aprendizagem significativa de Ausubel (2003) e na aprendizagem significativa crítica de Moreira (2010).

Os participantes desta pesquisa foram 28 estudantes do Ensino Fundamental (9º ano) e dois estudantes do Ensino Médio (2º ano), completando as 30 vagas disponibilizadas em uma escola da rede estadual de educação de Minas Gerais, a Escola Estadual Jerônimo Arantes localizada em Uberlândia/MG. O trabalho com o referido grupo de alunos ocorreu no percurso do ano letivo da escola, respeitando o tempo de ocorrência dos próprios fenômenos astronômicos que foram objeto da proposta. O desenvolvimento das atividades elaboradas se deu na forma de um curso oferecido na escola participante.

Os dados desta pesquisa foram levantados durante o ano de 2015, no qual foram realizadas entrevistas individuais semiestruturadas no início e no final do curso. Nesse período, também foram avaliadas as atividades realizadas pelos estudantes.

Este trabalho está dividido em quatro partes: a primeira faz uma revisão de literatura acerca das concepções alternativas dos estudantes em relação ao tema estações do ano, uma análise de como o assunto é costumeiramente apresentado nos livros didáticos e uma imersão na teoria da aprendizagem significativa clássica de Ausubel (2003) e na teoria da aprendizagem significativa crítica de Moreira (2010), trazendo, a partir delas, os principais elementos para o entendimento e a confecção de materiais didáticos utilizados no curso de astronomia oferecido na escola; a segunda apresenta a proposta didática, na qual são

detalhados as atividades e os princípios da teoria da aprendizagem significativa aplicados, bem como a metodologia de coleta e análise dos dados; a terceira expõe os resultados da aplicação da proposta por meio de gráficos, comparando-os com a avaliação diagnóstica de conhecimento prévio; e a última parte é dedicada a uma argumentação sobre a questão central da pesquisa e de alguns de seus pontos satélites.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 As concepções alternativas dos estudantes em relação às estações do ano

A Astronomia lida com os objetos e fenômenos celestes (MOURÃO, 1987). O processo de ensino e aprendizagem dessa ciência tem como intuito o desenvolvimento da percepção dos estudantes do mundo em que vivem, bem como a relação desse mundo com o todo ao qual pertence, o Cosmos.

De acordo com os PCN (BRASIL, 1997, p. 27), “os estudantes possuem um repertório de representações, conhecimentos intuitivos, adquiridos pela vivência, pela cultura e senso comum, acerca dos conceitos que serão ensinados na escola”. Logo, o ensino de Astronomia deve lidar com esses conhecimentos de senso comum no desenvolvimento das ideias científicas.

As ideias e conceitos que os estudantes possuem em relação à causa da ocorrência das estações do ano é assunto de várias pesquisas realizadas em todo o mundo. Entre essas pesquisas, podem ser destacados os trabalhos de Navarrete, Azcárate e Oliva (2004), Danaia e McKinnon (2007), Sobreira (2010), dentre outros.

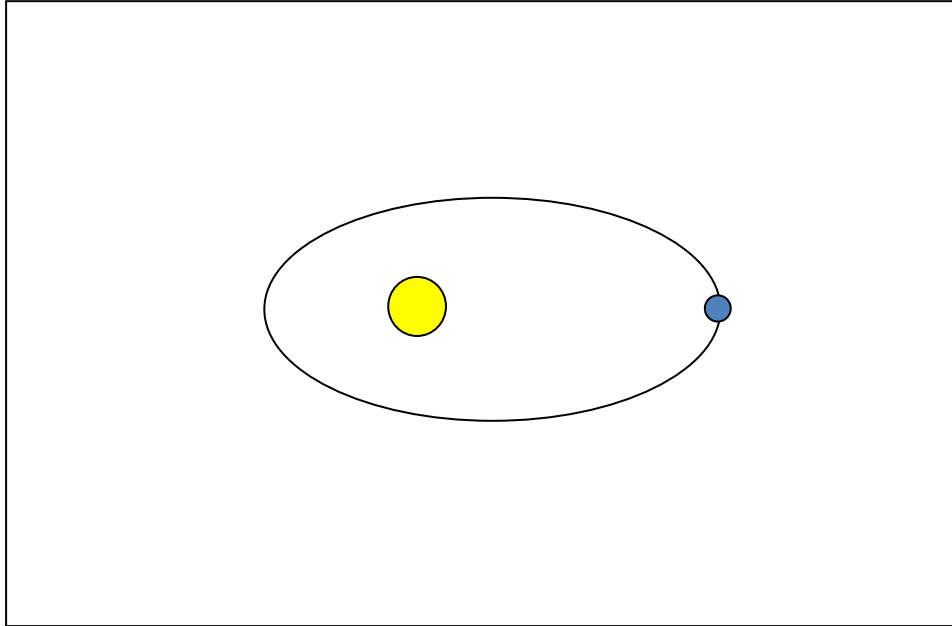
Na pesquisa de Navarrete, Azcárate e Oliva (2004), são diferenciados os modelos explicativos e as concepções alternativas mais frequentes para as estações do ano encontradas na literatura em relação às ideias de crianças, estudantes e adultos. Tais modelos foram classificados em quatro: modelos de distância, modelos de distância inversa, modelo de “encaramiento”¹ solar e outros modelos.

Os modelos de distância (MD) estão subdivididos em cinco:

- 1) Modelo de distância absoluta devido à excentricidade de órbita (MD-EO): também encontrado por Danaia e McKinnon (2007), refere-se à concepção equivocada de que a órbita da Terra em torno do Sol é demais alongada, ou seja, de grande excentricidade. No trabalho de Sneider, Bar e Kavanagh (2011), há uma referência a um vídeo de 1989, intitulado *A Private Universe*, que mostra as respostas de estudantes recém-graduados na Universidade de Harvard para as causas das estações do ano. As respostas apresentam a concepção alternativa de que, quando a Terra, em sua órbita em torno do Sol, aproxima-se deste, acontece o verão e, quando se afasta, o inverno.

¹ Termo que pode ser entendido como “voltado para”.

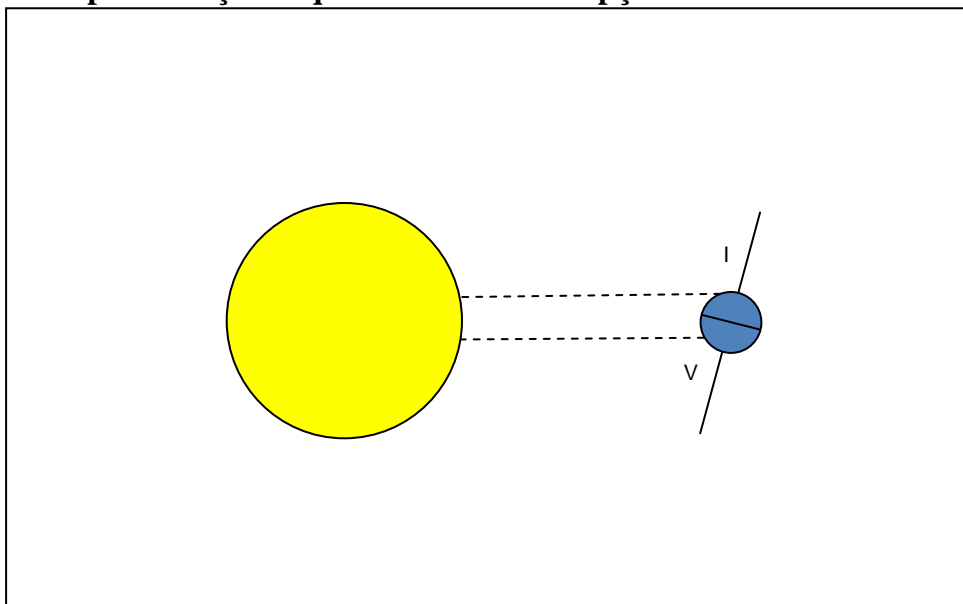
Figura 3 – Representação esquemática da concepção alternativa MD-EO



Fonte: Elaborada pelo autor.

2) Modelo de distância relativa devido à inclinação do eixo terrestre (MD-IE): procura explicar as estações do ano pela diferença de distâncias entre os hemisférios norte e sul causadas pela inclinação do eixo terrestre. Assim, o verão (V) ocorreria na parte da Terra mais próxima do Sol, enquanto o inverno (I) ocorreria na parte mais distante.

Figura 4 – Representação esquemática da concepção alternativa MD-IE

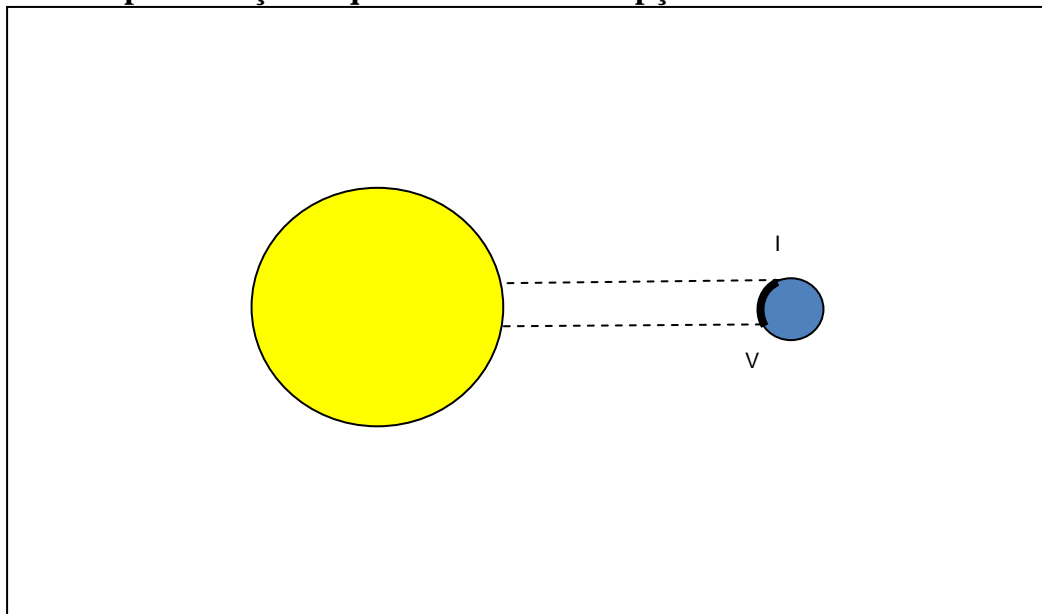


Fonte: Adaptado de Navarrete, Azcárate e Oliva (2004).

Sobreira (2010) denomina esse modelo como Terra Cambaleante (TC), pela variação da inclinação do eixo terrestre, ou seja, o eixo inclina-se de forma que o hemisfério mais próximo do Sol ficaria no verão, enquanto o outro, mais distante, ficaria no inverno.

3) Modelo de distância pela curvatura terrestre (MD-CT): atribui como causa das estações do ano a diferença de distâncias entre os hemisférios norte e sul, o que se dá devido à curvatura terrestre, não levando em conta a inclinação de seu eixo.

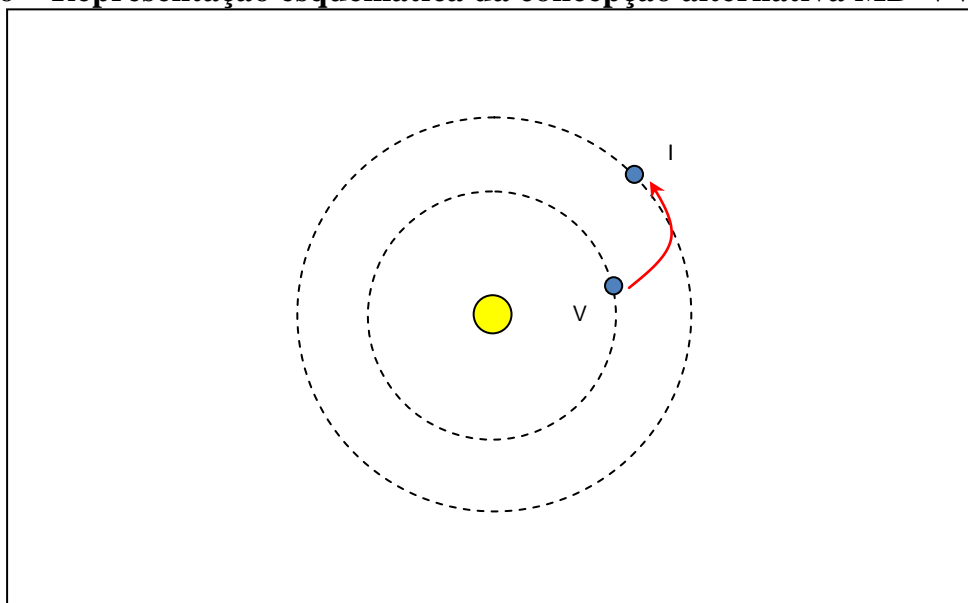
Figura 5 – Representação esquemática da concepção alternativa MD-CT



Fonte: Adaptado de Navarrete, Azcárate e Oliva (2004).

4) Modelo de distância por vai e vem terrestre (MD-VV): seria um movimento oscilatório da Terra em torno do Sol em que o verão se daria no momento de maior aproximação e o inverno no período de maior afastamento da Terra em relação ao Sol.

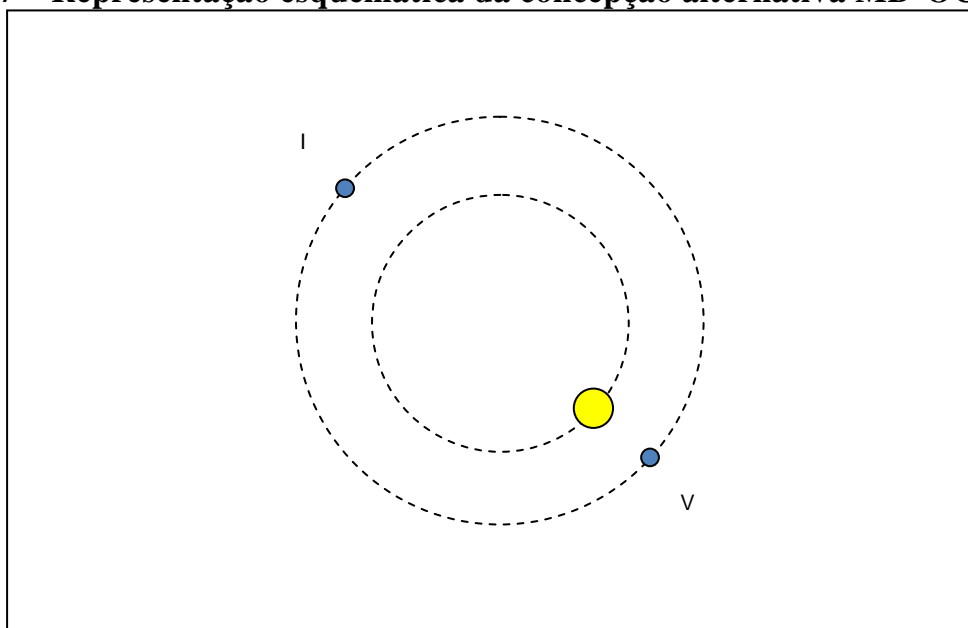
Figura 6 – Representação esquemática da concepção alternativa MD-VV



Fonte: Elaborada pelo autor.

5) Modelo de distância entre órbitas concêntricas (MD-OC): considera tanto a Terra quanto o Sol orbitando num mesmo ponto fixo e com velocidades angulares distintas. Assim, quando a distância entre os astros for maior, ter-se-ia o inverno (I), quando menor, o verão (V).

Figura 7 – Representação esquemática da concepção alternativa MD-OC

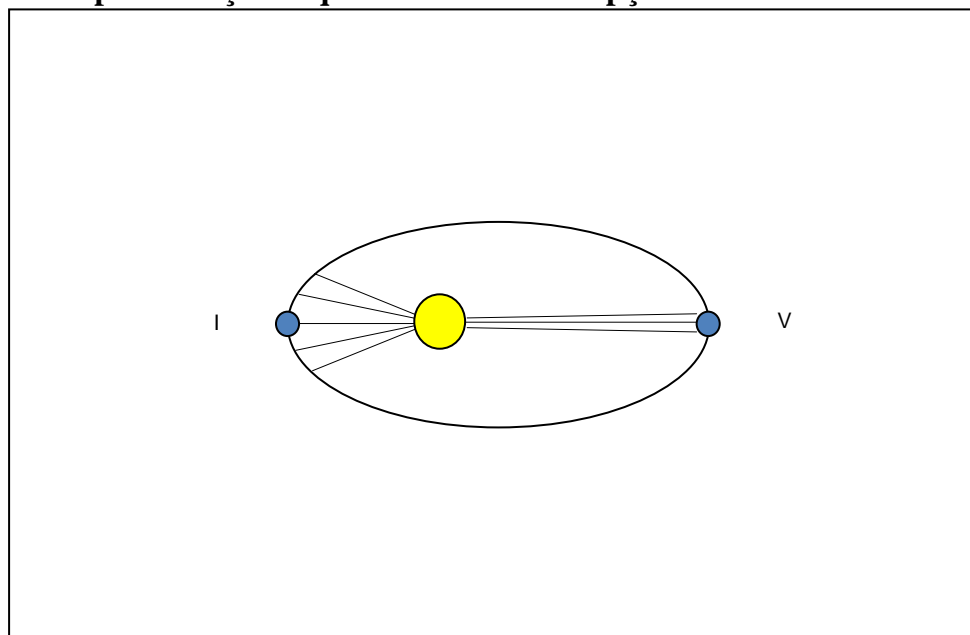


Fonte: Elaborada pelo autor.

Para os modelos de distância inversa (MDI), há dois modelos observados:

1) Modelo de distância inversa tipo mangueira (MDI-TM): utiliza a variação da concentração de raios solares na superfície da Terra pela aproximação ou afastamento de nosso planeta em relação ao Sol, por conta da exagerada excentricidade de órbita da Terra. O nome do modelo é uma analogia ao esguicho de água de uma mangueira ao se variar a abertura de sua saída de água para um objeto posicionado ao alcance do esguicho. Na Figura 8, percebe-se que o verão (V) ocorreria com a maior concentração de raios solares, e o inverno (I), consequentemente, com a menor:

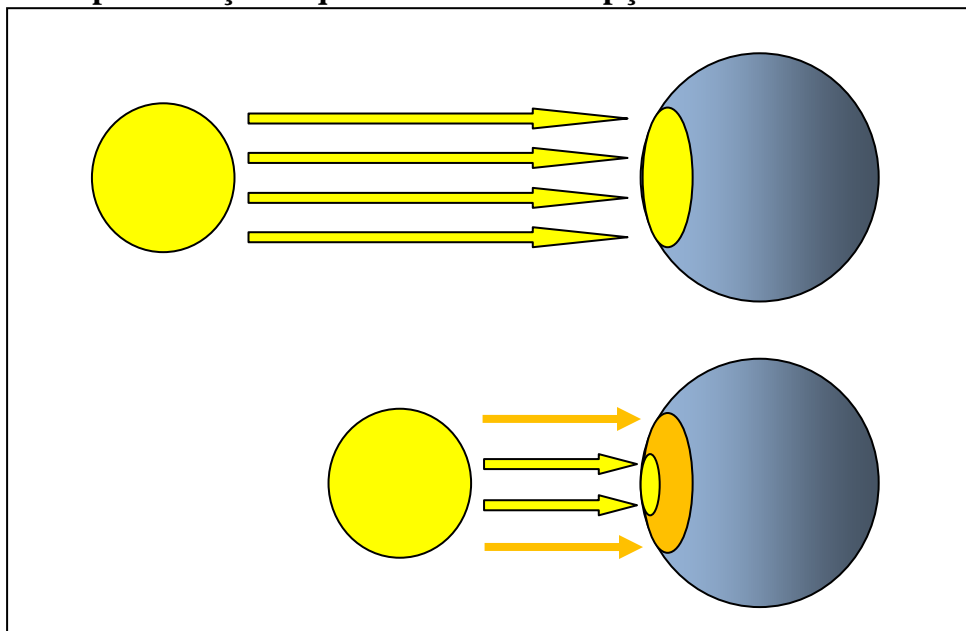
Figura 8 – Representação esquemática da concepção alternativa MDI-TM



Fonte: Elaborada pelo autor.

2) Modelo de distância inversa tipo lanterna (MDI-TL): as estações do ano seriam uma consequência da aproximação ou do afastamento da fonte dos raios solares, do mesmo modo que a intensidade dos raios luminosos de uma lanterna seria modificada pela aproximação ou afastamento desta em relação a uma parede. Assim, nessa concepção, quanto mais próximo o Sol estiver da Terra, maior será a concentração de raios solares incidentes, ocorrendo, na totalidade do planeta, o inverno. Do contrário, ou seja, quando o Sol estiver mais afastado da Terra, ter-se-ia uma concentração menor de raios, ocorrendo, consequentemente, o verão.

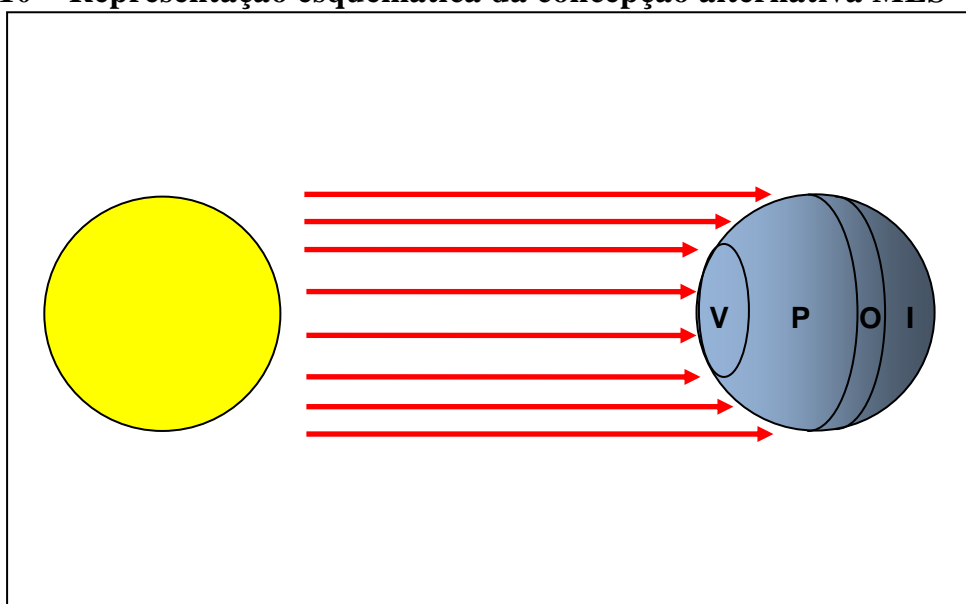
Figura 9 – Representação esquemática da concepção alternativa MDI-TL



Fonte: Elaborada pelo autor.

- 3) Modelo de “encaramiento” solar (MES): Para Navarrete, Azcárate e Oliva (2004), o verão na Terra se dá devido aos raios solares que incidem perpendicularmente, sendo inverno no lado oposto. Já nas regiões com incidência oblíqua de raios solares, ter-se-iam o outono ou a primavera.

Figura 10 – Representação esquemática da concepção alternativa MES



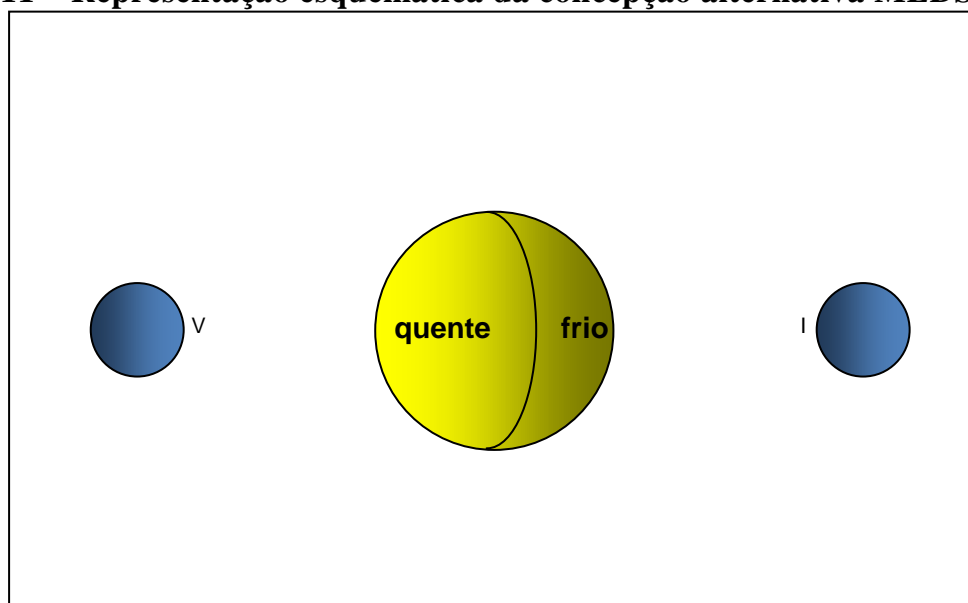
Fonte: Elaborada pelo autor.

A classificação outros modelos (OM) foi agrupada em:

- 1) Modelo de inclinação dos raios (OM-MIR): refere-se à intencionalidade de inclinar os raios solares para justificar algum efeito sobre a superfície terrestre.
- 2) Modelo de aquecimento e resfriamento solar (OM-MARS): explica as estações do ano pelo periódico aumento ou diminuição da atividade solar, causando maior aquecimento sobre a Terra para o caso do verão e menor aquecimento (resfriamento) para o caso do inverno. Esse modelo também está presente em Danaia e McKinnon (2007).
- 3) Modelos teleológicos e finalistas (OM-MTF): buscam se sustentar na própria existência e finalidade dos objetos de investigação, no caso, as estações do ano, ou seja, respostas do tipo “porque funciona assim”, “porque sim”, “porque é verão...” (para o caso de se buscar o motivo da existência do verão), são características desses modelos.

Além desses modelos, Danaia e McKinnon (2007) constataram também a concepção alternativa de que um lado do Sol é mais frio do que o outro, o que denominaremos de Modelo lados diferentes do Sol (MLDS), cuja ilustração apresenta-se na Figura 11, abaixo. Nesse modelo, o verão ocorreria quando a Terra estivesse posicionada no lado “mais quente” do Sol, enquanto o inverno se daria quando ela estivesse no lado “mais frio”.

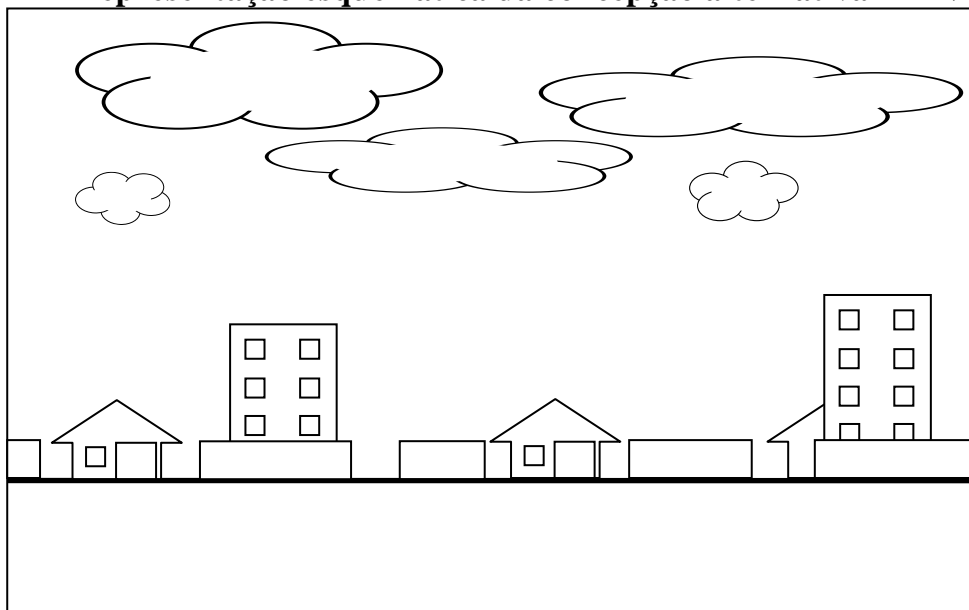
Figura 11 – Representação esquemática da concepção alternativa MLDS



Fonte: Elaborada pelo autor.

Danaia e McKinnon (2007) também apresentam a concepção de que no inverno as nuvens bloqueiam os raios solares. Vamos denominar essa concepção de Modelo de estações por nuvens (MEN), representada na Figura 12:

Figura 12 – Representação esquemática da concepção alternativa MEN



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados dessas pesquisas trouxeram as concepções mais comuns encontradas na aprendizagem das estações do ano e algumas de suas causas. Segundo Navarrete, Azcárate e Oliva (2004), a dificuldade de compreensão das estações do ano deve-se, em parte, à representação e interpretação de tal fenômeno com base no referencial heliocêntrico. Ainda de acordo com esses autores, as concepções alternativas estabelecem-se e mantêm-se devido a certa lógica capaz de explicar muitos fatos associados às estações do ano. A terceira dificuldade apresentada é em relação às ideias equivocadas transmitidas pelos livros didáticos e por professores.

Um estudo realizado por Danaia e McKinnon (2007) com estudantes australianos das séries G-7, G-8 e G-9 (equivalentes aos 7º, 8º e 9º anos brasileiros) mostrou que a concepção alternativa mais comum desses estudantes em relação às causas das estações do ano é o Modelo de distância absoluta devido à excentricidade de órbita (MD-EO), com porcentuais de respostas dos estudantes de 85,4%, 88,9% e 91,7%, respectivamente às séries mencionadas. Além disso, 1,6% 0% e 0,8% dos estudantes apresentaram a concepção de que no verão o Sol é mais quente e, no inverno, é mais frio (MLDS). Apenas 1%, 4,8% e 6,3% dos estudantes

acertaram as questões relativas às estações do ano. O índice de estudantes que apresentaram concepções alternativas foi de 32,9%, 37,7% e 30,8%.

Estudos como o de Sobreira (2010), com ampla revisão bibliográfica, demonstram que tanto alunos quanto professores utilizam concepções alternativas para explicar as estações do ano, sendo o Modelo de Distância (MD) e o Modelo da Terra Cambaleante (TC) os mais empregados por eles para representar os referenciais geocêntrico/topocêntrico ou heliocêntrico. Como relatamos anteriormente, o modelo MD refere-se à grande excentricidade da órbita, explicando o verão e o inverno pela aproximação/afastamento da Terra em relação ao Sol. Já o modelo TC explica o fenômeno pela variação da inclinação do eixo terrestre.

Concepções alternativas também são constatadas em relação a outros conceitos diretamente relacionados ao fenômeno das estações do ano. No trabalho de Danaia e McKinnon (2007), por exemplo, é explorada a questão da direção do nascer e do ocaso do Sol, e também sua posição ao meio-dia. Para 38,6%, 40,8% e 39,9% dos estudantes das séries G-7, G-8 e G-9 (equivalentes aos nossos 7º, 8º e 9º anos e faixa etária de 12 a 15 anos), a direção leste é voltada para o nascente, e a oeste, para o poente. E para 19,8%, 35,2% e 28,2% dos estudantes, o Sol está a pino ao meio-dia.

Sneider, Bar e Kavanagh (2011) apresentam uma seleção de resultados de 41 estudos realizados sobre o tema estações do ano, evidenciando a que os estudantes atribuem a(s) causa(s) das estações. Os autores destacam os estudos de Baxter (1989), que analisou dados de 100 estudantes britânicos na faixa etária de nove a 16 anos, tendo como resposta mais comum a maior proximidade da Terra em relação ao Sol no verão e sua menor proximidade no inverno. Os autores citam também a pesquisa de Schoon (1992), que analisou uma amostra de 1.213 estudantes dos Estados Unidos nos níveis Fundamental, Médio e Superior, em que mais de 77% responderam como causa das estações a variação de distância da Terra ao Sol no verão e no inverno. Sneider Bar e Kavanagh (2011) apresentam ainda o trabalho de Danaia e McKinnon (2007), que pesquisaram 1.920 estudantes de 30 escolas australianas das séries equivalentes aos nossos 7º, 8º e 9º anos do Ensino Fundamental, tendo como resposta de mais de 85% desses estudantes a concepção alternativa de distância entre a Terra e o Sol como causa das estações.

Dessa forma, fica evidente que o tema estações do ano carrega uma intrínseca coleção de concepções alternativas que são identificadas desde o início da idade escolar até a saída da universidade.

1.2 As representações das estações do ano nos livros didáticos

O livro didático é, sem dúvida, um material tradicionalmente aceito na comunidade escolar. No entanto, além de vários trabalhos já publicados, frequentemente, os próprios professores localizam erros nos livros didáticos usados em sala de aula. Há que se considerar, então, que um olhar crítico é necessário e, sobretudo, fundamental para que um possível erro não seja passado adiante.

As imagens contidas nos livros didáticos de Ciências requerem uma atenção especial por parte dos autores. Capecchi (2012, p. 190) afirma que, “como qualquer outro modo de comunicação, imagens trazem potenciais para a construção de significados, que estão relacionados às expectativas de seus autores no processo de construção e aos conhecimentos de seus leitores no processo de interpretação”.

Os livros didáticos de Ciências foram avaliados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em 2008 em relação à proposta pedagógica; aos conhecimentos e conceitos; à pesquisa, experimentação e prática; à cidadania e ética; às ilustrações; diagramas e figuras; e ao manual do professor. Amaral e Oliveira (2011) fizeram uma análise dos 52 livros de 5º a 8º Anos constantes no PNLD 2008, selecionando como itens de pesquisa apenas os conhecimentos e conceitos; a pesquisa, experimentação e prática; e os diagramas e figuras. No quesito diagramas e figuras, nota-se que muitos erros identificados em ocasiões anteriores – como a exagerada excentricidade da órbita terrestre e a não proporcionalidade de tamanhos e distância de planetas – permanecem em figuras e diagramas, comprometendo o entendimento de conceitos como as estações do ano. Concluímos que isso ocorre porque as figuras e os diagramas estão fora de escala e as órbitas se mostram muito excêntricas, o que induz à concepção de aproximação ou afastamento de nosso planeta em relação ao Sol como suas causas.

No item conhecimentos e conceitos, Amaral e Oliveira (2011) também identificaram alguns erros em relação às estações do ano. Um deles refere-se à definição incorreta da palavra “equinócio”. Em outra situação, verificou-se que a explicação da inclinação do eixo da Terra não estabelecia um referencial e que havia datas fixas para o início das estações, não explicando a possibilidade de variação para um dia a mais ou a menos, tendo em vista a não determinação do ano.

Os livros didáticos de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental constantes no PNLD 2014, cuja lista está publicada no Diário Oficial da União (BRASIL, 2013), totalizam

20 coleções. Algumas delas são referentes ao 6º Ano, volume 1, das coleções para os anos finais do Ensino Fundamental. Com o critério de escolha de editoras tradicionais no histórico do PNLD, consideramos as mais adotadas e as que são menos escolhidas pelas instituições de ensino. Assim, a amostra aqui analisada constará de três editoras, totalizando cinco coleções, sendo três coleções de uma mesma editora. Analisaremos brevemente o tipo de referencial utilizado para a explicação das estações do ano de algumas dessas obras, a saber: “Ciências: os seres vivos”, da editora Ática; “Ciências da natureza”, da editora IBEP; e “Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano”, “Observatório de Ciências” e “Projeto Araribá – Ciências”, da editora Moderna. A qualidade da amostra aqui selecionada é considerável, uma vez que seus constituintes representam boa parte dos casos que foram relatados de antemão neste trabalho.

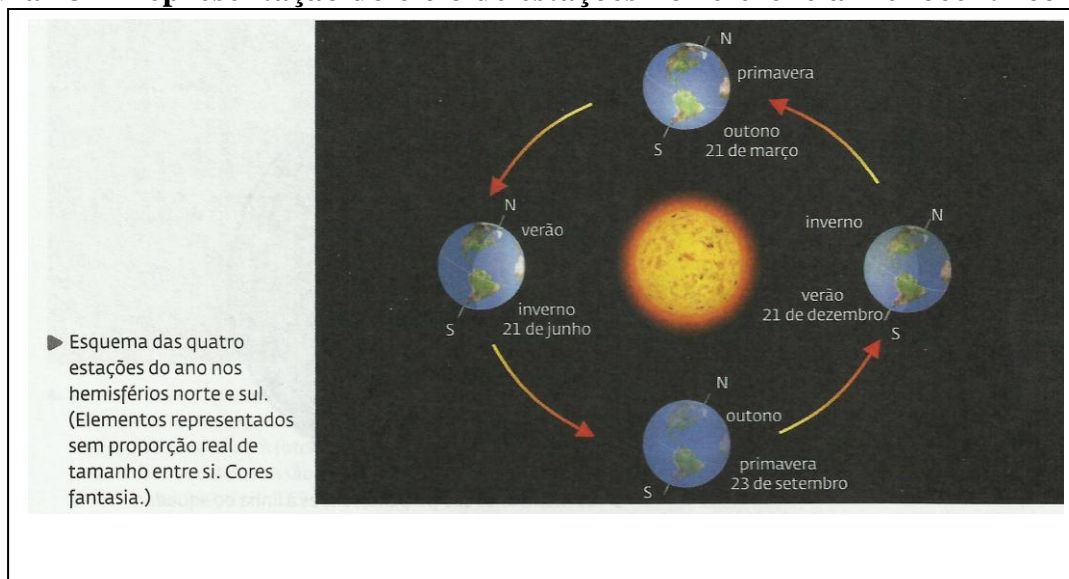
Quadro 1 – Algumas obras analisadas do PNLD 2014

Título	Autor	Editora	Coleção
Ciências: os seres vivos	Carlos Barros e Wilson Paulino	Ática	27334COL04
Ciências da natureza	Helvio Nicolau Moisés	IBEP	27428COL04
Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano	Eduardo Leite do Canto	Moderna	27339COL04
Observatório de Ciências	Rita Helena Bröckelmann	Moderna	27431COL04
Projeto Araribá – Ciências	Vanessa Shimabukuro	Moderna	27455COL04

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na obra “Ciências: os seres vivos”, da editora Ática, o tema estações do ano é tratado exclusivamente sob o referencial heliocêntrico. São apresentadas três figuras, sendo uma delas, a Figura 13, equivocada na limitação do intervalo provável das datas referentes ao início de cada estação, já que essa figura não faz referência a um ano específico para o diagrama em análise. Há também uma dubiedade na perspectiva apresentada do eixo de rotação da Terra em relação à eclíptica, ou seja, parece que o eixo de rotação da Terra está contido no plano da eclíptica ou a própria eclíptica deveria ser mais alongada (excêntrica) para que o círculo fosse visto em perspectiva, o que não se recomenda pelo reducionismo do sistema tridimensional para o bidimensional.

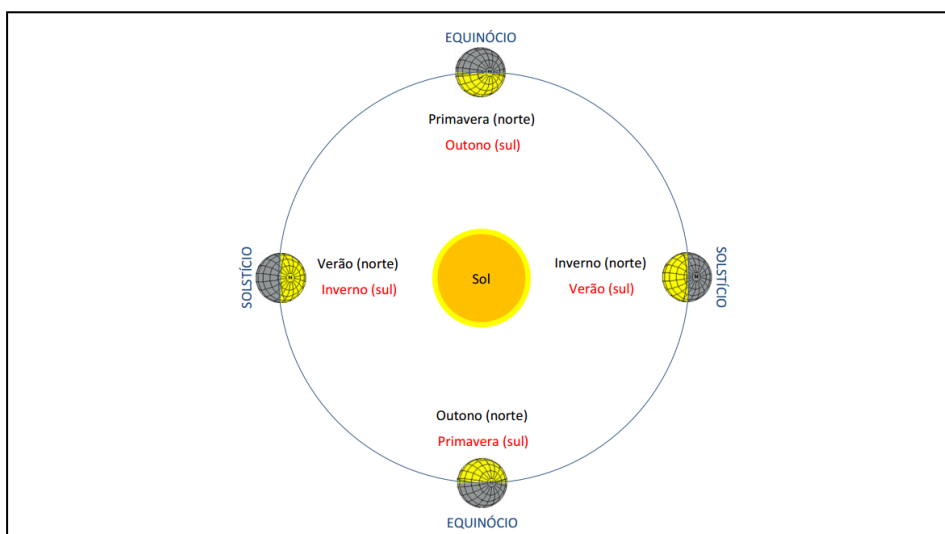
Figura 13 – Representação do ciclo de estações no referencial heliocêntrico



Fonte: Barros e Paulino (2012, p. 248).

Um exemplo de perspectiva mais adequada não foi encontrada em livro didático, mas no site da Universidade de São Paulo. A imagem apresentada na Figura 14 mostra a órbita em formato circular (muito próximo à órbita real) e a inclinação do eixo de rotação da Terra é implicitamente representado com o deslocamento do polo norte em relação ao centro da Terra. Essa perspectiva superior evidencia o hemisfério norte, porém, com as respectivas legendas, faz-se a relação da estação oposta em cada hemisfério. Há que se ressaltar a desproporcionalidade dos tamanhos dos corpos celestes apresentados em relação à distância entre eles.

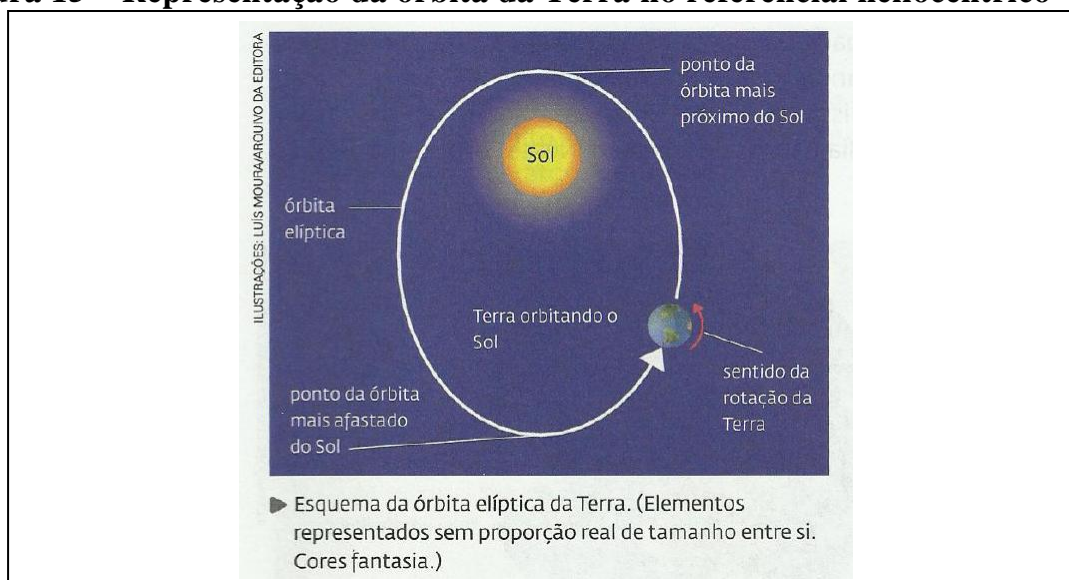
Figura 14 – Sugestão de representação esquemática do ciclo de estações no referencial heliocêntrico e sem proporcionalidade na escala de tamanho



Fonte: Universidade de São Paulo (2015).

A Figura 15, abaixo, também presente na obra “Ciências: os seres vivos”, da editora Ática, mostra a representação da órbita terrestre em torno do Sol. Sua legenda traz a informação de que a imagem não apresenta a proporção real de tamanho, o que nos leva à conclusão de que essa observação é referente aos tamanhos relativos do Sol, da Terra e de sua órbita. O exagero na excentricidade da órbita não foi levado em consideração nesse caso.

Figura 15 – Representação da órbita da Terra no referencial heliocêntrico

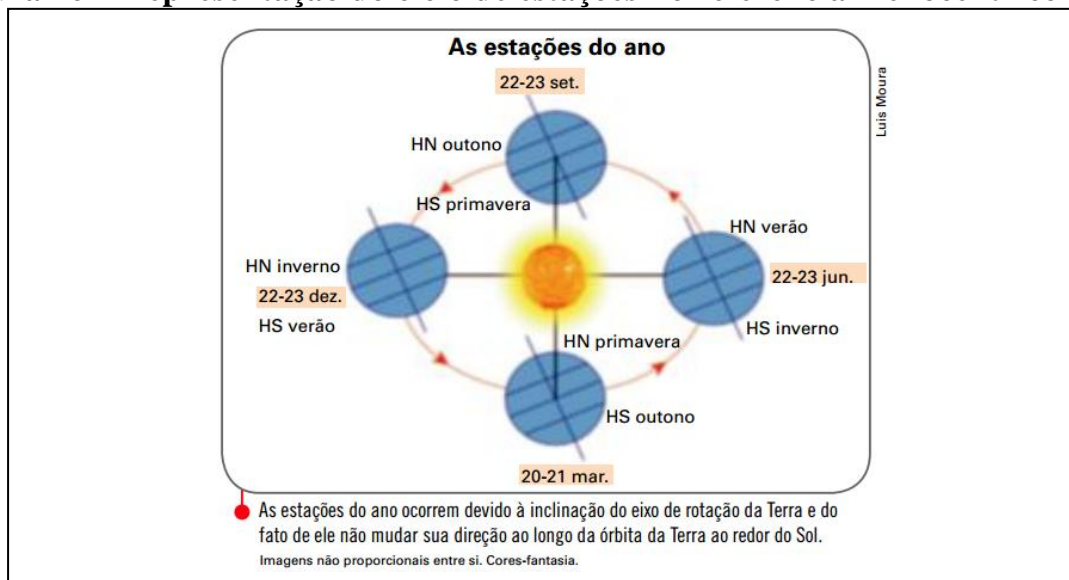


Fonte: Barros e Paulino (2012, p. 248).

A obra “Ciências da Natureza”, da editora IBEP, apresenta o tema estações do ano exclusivamente sob o referencial heliocêntrico, ilustrando o fato com uma única imagem (Figura 16), em que são apresentados os períodos de início de cada estação de maneira

adequada, porém a perspectiva apresentada em relação ao eixo de rotação da Terra não está correta.

Figura 16 – Representação do ciclo de estações no referencial heliocêntrico



Fonte: Moisés (2012, p. 204).

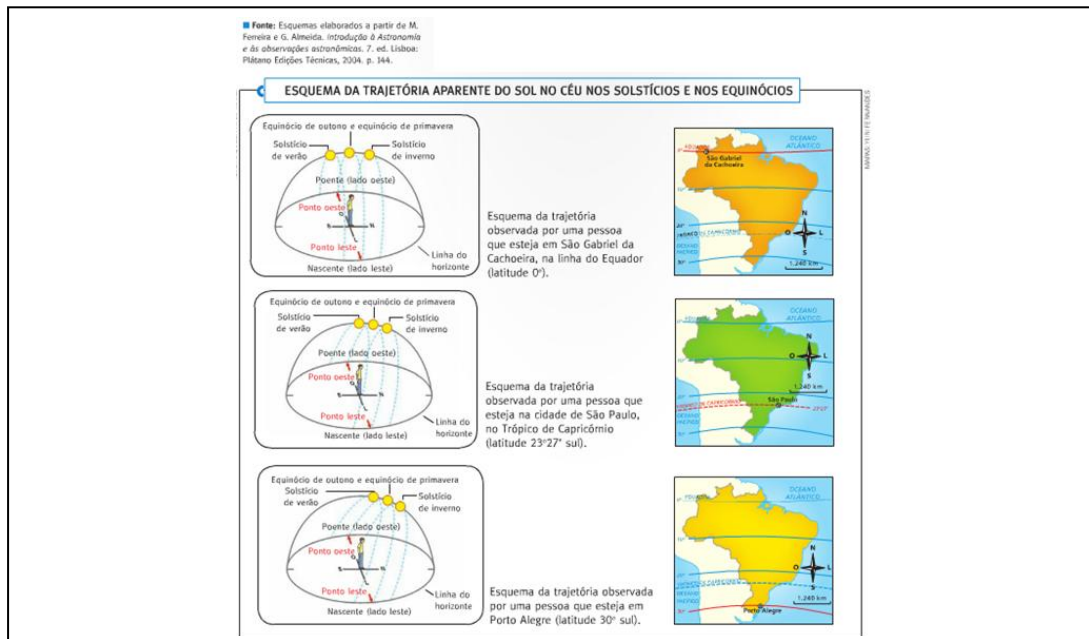
O livro “Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano”, da editora Moderna, traz, inicialmente, os aspectos da vegetação de um local afastado do equador terrestre no hemisfério norte (Figura 17), evidenciando as diferenças bem nítidas de cada estação. Em seguida, propõe uma discussão em grupo das características das estações do ano no local onde os estudantes vivem. Também apresenta as estações exclusivamente no referencial topocêntrico (Figura 18) para a observação da trajetória do Sol por uma pessoa situada na linha do Equador, na linha do Trópico de Capricórnio e em uma linha de latitude 30° sul.

Figura 17 – Imagens da vegetação em um local no hemisfério norte para as quatro estações



Fonte: Canto (2012, p. 171).

Figura 18 – Representação do ciclo de estações no referencial topocêntrico para diferentes latitudes



Fonte: Canto (2012, p. 172).

A obra “Observatório de Ciências”, também da Editora Moderna, trata sobre o tema estações exclusivamente sob o referencial heliocêntrico. Observa-se uma inadequação na legenda, visto que a relação do equinócio com a quantidade de luz solar não corresponde à imagem (solstício) apresentada:

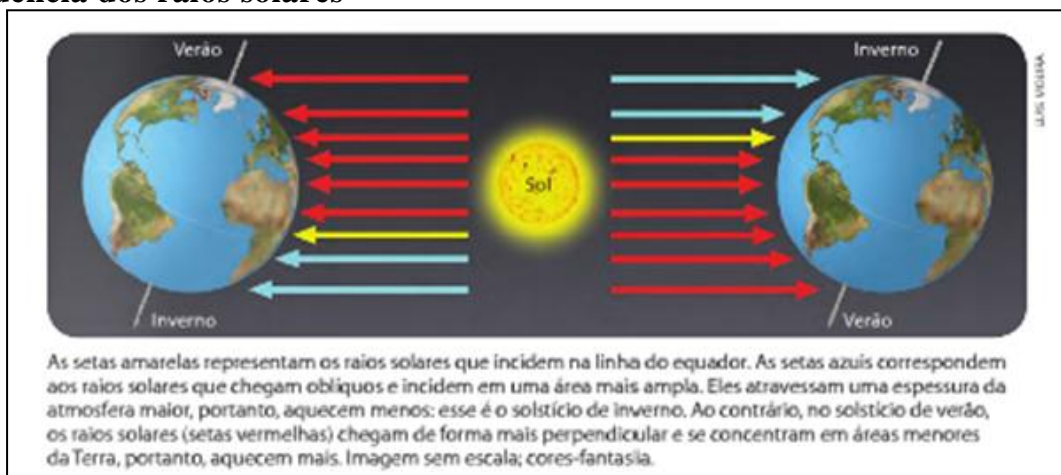
Figura 19 – Representação equivocada da imagem em relação à legenda



Fonte: Bröckelmann (2011, p. 246).

A imagem seguinte (Figura 20), presente na mesma obra, mostra a explicação das diferenças de aquecimento na superfície da Terra pela variação do ângulo de incidência dos raios solares. A legenda explica que os raios que incidem obliquamente alcançam uma área maior na superfície terrestre e que o aquecimento é menor porque esses raios solares percorrem um maior caminho na atmosfera.

Figura 20 – Representação esquemática das causas das estações pelo ângulo de incidência dos raios solares

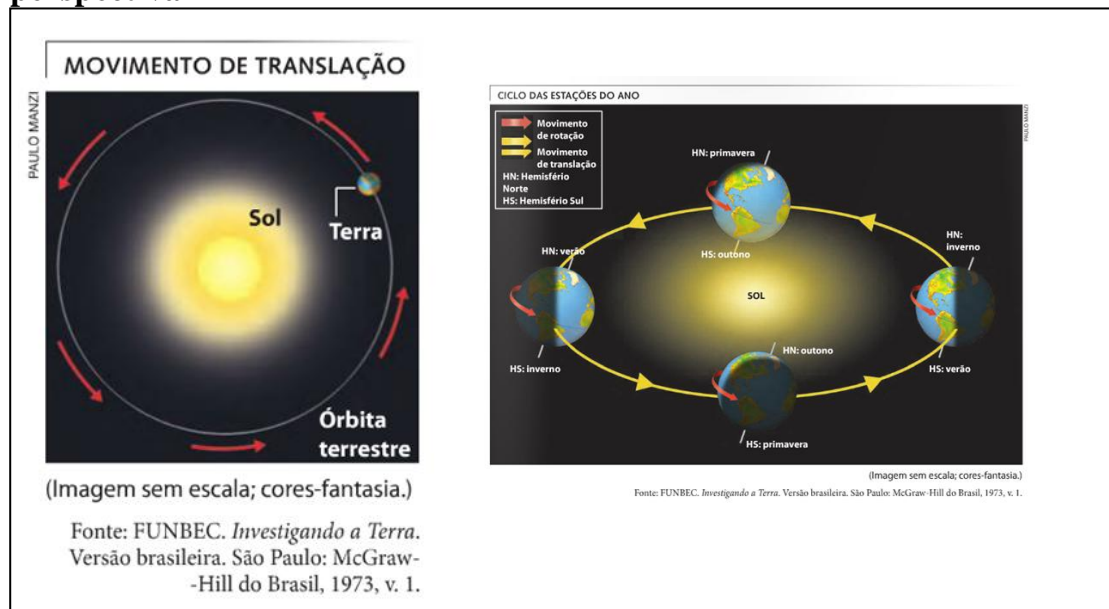


Fonte: Bröckelmann (2011, p. 247).

Finalmente, o livro “Projeto Araribá: Ciências”, da editora Moderna, trata sobre as estações do ano sob o referencial heliocêntrico (Figura 21) e também sob o referencial topocêntrico (Figura 22). Nessa obra, a órbita da Terra é apresentada primeiramente na perspectiva que privilegia a visão da órbita circular, depois, na perspectiva que induz à sua

interpretação elíptica. Pela ordem de apresentação, minimiza-se a possibilidade de interpretação equivocada da imagem.

Figura 21 – Representação esquemática da órbita da Terra em vista superior e em perspectiva



Fonte: Shimabukuro (2010, p. 54-55).

O livro apresenta atividades de observação da trajetória solar em diferentes épocas do ano sob o referencial topocêntrico. No texto intitulado “O bamboleio solar”, conforme mostra a Figura 22, não há referência direta ao estudo das estações, porém, nas questões relativas ao texto, há referências à iluminação no verão e no inverno. Já no texto “O olhar do índio sob o céu brasileiro”, apresentado na Figura 23, há uma referência a um instrumento que permite identificar as estações do ano: o gnômon. Mas a informação de que “[...] a época do ano em que faz frio (inverno) é seguida daquela em que as flores nascem (primavera), depois vem a quente e úmida (verão) e o período em que as flores caem (outono) [...]” pode levar a conclusões equivocadas, afinal, não vemos flores na natureza somente na primavera (SHIMABUKURO, 2010, p. 63).

Figura 22 – Texto que aborda as estações sob o referencial topocêntrico

Explore

O bamboleio solar

O conceito de ano deve ter se originado das estações, pois as condições climáticas tendem a variar de forma mais ou menos periódica, alternando épocas quentes e frias.

A alternância entre claridade e escuridão permite estabelecer uma noção de tempo. Em conjunto com essa alternância, podemos correlacionar a **noção de tempo com a posição do Sol no horizonte e o trajeto dele no céu.**

Disso resulta a seguinte definição: ano das estações ou ano solar é o intervalo de tempo entre os inícios de duas estações com o mesmo nome. Assim, tomando como exemplo o verão, consideramos ano solar o intervalo de tempo entre o início de um verão e o início do verão seguinte. A duração do ano solar é de 365 dias e 6 horas aproximadamente; a rigor seria de 365 dias, 5 horas, 48 minutos e 46 segundos.

Esse é o período de translação da Terra em torno do Sol.

A ilustração abaixo corresponde à observação do pôr do sol ou o caso do Sol (lado oeste) durante seis meses.

Observando o pôr do sol (lado oeste) o ano inteiro, vemos que o Sol oscila de um ponto extremo à esquerda para outro à direita, como se fizesse um bamboleio. A mesma coisa acontece quando observamos o nascer do Sol (lado leste). A esse movimento do Sol os astrônomos chamam **bamboleio solar** e é ele que define o ano. Esse fenômeno acontece em qualquer lugar.

Representação do bamboleio solar observado em São Carlos, SP, entre os meses de dezembro e junho. Um observador pode verificar que o Sol ao se pôr não ocupa sempre a mesma posição no horizonte. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC), USP-São Carlos.

Atenção:

Nunca olhe diretamente para o Sol, pois isso pode causar danos à sua retina.

Registre em seu caderno

Fonte: Shimabukuro (2010, p. 59).

Figura 23 – Texto que faz referência ao gnômon como um instrumento de medição a partir do referencial topocêntrico

Compreender um texto

O olhar do índio sob o céu brasileiro

“[...] Imagine-se o relógio de cada aluno marcar uma hora diferente das demais! A turma jamais chegaria junta à escola, certo? Por isso, é preciso que haja um horário comum. Ou seja, uma unidade de tempo que vale para um grupo de pessoas, que pode ser de um mesmo país, religião ou tribo. Tribo? Sim, senhor! Assim como nós, os índios também adotaram unidades de tempo e espaço. Aliás, elas se parecem muito com as nossas!”

Não é à toa. Afinal, as unidades de tempo e espaço indígenas foram estabelecidas de acordo com os ciclos dos corpos celestes. Como assim? Bem, há cerca de quatro mil anos, os índios já percebiam que os fenômenos naturais se repetiam: o dia é seguido da noite; o mar sobe e desce constantemente; a época do ano em que faz frio (inverno) é seguida daquela em que as flores nascem (primavera), depois vem a quente e úmida (verão) e o período em que as flores caem (outono), e depois tudo recomeça! Eles observaram que os ciclos são influenciados pelos movimentos aparentes do Sol e da Lua no céu. E não passaram por aí!

Naturalmente que tais ciclos influenciaram o comportamento dos seres vivos. Isso é, construímos a época do ano, por exemplo, as árvores florescem, os animais procriam e os frutos germinam.

A partir dessas observações, os indígenas procuraram definir o melhor momento para plantar e colher alimentos, caçar, pescar e até comemorar datas especiais. Então, criaram objetos com funções parecidas às das nossas relógios e calendários para organizar tais atividades ao longo de seu ano!

Pode-se dizer que o Sol foi o que mais despertou a atenção dos índios. A maioria das tribos brasileiras mede o tempo a partir do movimento aparente desse astro no céu, com o Relógio Solar. Feito de uma haste cravada verticalmente no chão, ele permite saber as horas pela posição da sombra projetada no terreno horizontal. O instrumento também permite identificar as estações do ano e os pontos cardeais – Norte, Sul, Leste e Oeste – pela posição do nascer e do pôr do sol, que varia ao longo do ano. [...]”

Fonte: GARCIA, M. O olhar do índio sobre o céu brasileiro. Ciência Hoje das Crianças. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

Atividades Responda em seu caderno

Obter informações

- Qual é a ideia central do texto?
- Quais fenômenos naturais os indígenas observavam?
- A que conclusões os indígenas chegaram observando os fenômenos naturais?

Interpretar

- Os indígenas não tinham relógios nem calendários. Como faziam para organizar suas atividades ao longo de seu ano?
- De que maneira o relógio solar permite identificar as horas, as estações do ano e os pontos cardeais?
- O texto afirma que “A maioria das tribos brasileiras mede o tempo a partir do movimento aparente desse astro no céu...”. Por que o movimento do Sol é aparente?

Refletir

- Responda.
 - Imagine o seu dia a dia na escola, por exemplo, sem relógio e sem calendário. Converse com seus colegas sobre isso.
 - Como os indígenas percebiam o ciclo dos astros? Essa maneira de percepção é importante para o desenvolvimento do conhecimento científico? Por quê?

Entrando na rede

No endereço da Internet: http://www2.uol.com.br/ciam/reportagem/relat_e_relacoes_na_tribo_tupi-guarani.html, você encontrará mais informações sobre Autonomia Tupi-guarani. Acesso em: 14 dez. 2011.

Fonte: Shimabukuro (2010, p. 63).

Nessa amostra de livros didáticos analisada, verificamos que a abordagem mais comum do tema estações do ano é feita exclusivamente a partir do modelo heliocêntrico. Destacamos que, em algumas das obras, o modelo topocêntrico é apresentado de maneira conjunta ao modelo heliocêntrico, e que os problemas apontados por Amaral e Oliveira (2011) nos livros do PNLD-2008 permanecem, em sua maioria, nos livros do PNLD-2014.

1.3 Aprendizagem significativa

É sabido que a aprendizagem se faz também no dia a dia, fora do espaço escolar. Dessa forma, os saberes são construídos e as concepções são formadas e sedimentadas principalmente com base nas informações coletadas por nossos órgãos sensoriais, os quais não se revelam confiáveis. Essas concepções geralmente não coincidem com as científicas, sendo, dessa forma, denominadas de concepções alternativas.

Como as concepções alternativas (conhecimento prévio) podem influenciar as novas aprendizagens? A aprendizagem pode ocorrer de maneira mecânica, chamada de aprendizagem por memorização, ou de maneira mais natural (não necessariamente mais fácil), com atribuição de significados, chamada de aprendizagem significativa. A teoria clássica da aprendizagem significativa de Ausubel a define como “aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe” (MOREIRA, 2002, p. 5). A aprendizagem significativa, então, é a modalidade de aprendizagem que leva em consideração o conhecimento prévio e, por conseguinte, as concepções alternativas do sujeito em processo de aprendizagem. E o que entender de interação substantiva e não arbitrária? Veremos ao longo deste capítulo.

Como os conhecimentos prévios dos estudantes serão considerados neste trabalho, os elementos específicos denominados subsunçores também serão. Conforme afirma Moreira (2006, p. 15), um subsunçor é um “conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de ‘ancoradouro’ a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo”. Já a expressão estrutura cognitiva é definida na teoria de Ausubel como um “conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente inter-relacionados” (MOREIRA, 2002, p. 5). De posse desses conceitos, podemos afirmar que, para que ocorra a interação substantiva (também denominada não literal) e não arbitrária entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio, ou seja, para que ocorra a aprendizagem significativa, é necessário que as novas informações interajam com os subsunçores (interação não arbitrária) e que essas interações não ocorram de maneira literal, ou seja, deve haver a interferência do aprendiz nas novas informações (interação substantiva).

Assim, fica evidente o papel imprescindível dos subsunçores na aprendizagem significativa, sejam eles adequados ou não, pois, “se os subsunçores adequados, relevantes e próximos não estiverem presentes na estrutura cognitiva, o aprendiz tem tendência a utilizar os mais relevantes e próximos disponíveis” (AUSUBEL, 2003, p. 65).

De acordo com Ausubel (2003, p. 130),

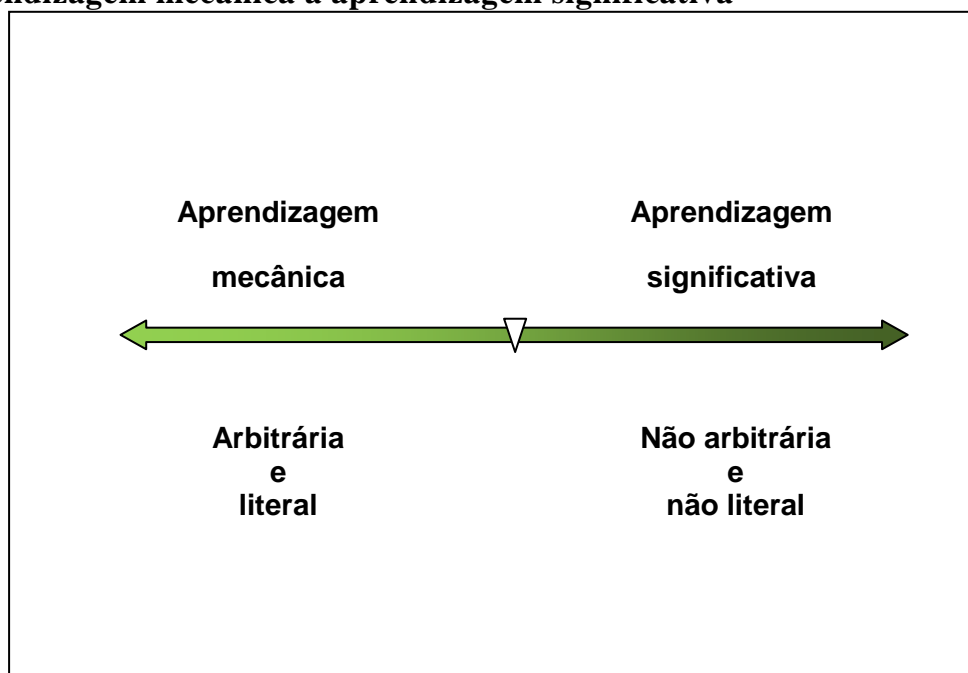
[...] a aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. Exige quer um mecanismo de aprendizagem significativa, quer a apresentação de material *potencialmente* significativo para o aprendiz (grifo do autor).

Contrapondo-se à aprendizagem significativa, tem-se a aprendizagem mecânica. Apesar de a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel referir-se à recepção significativa, esta não implica passividade do aprendiz, uma vez que, segundo o autor, na recepção (para ser significativa), a estrutura cognitiva é mobilizada, entre outros fatores, a reorganizar-se para julgar a relevância da nova informação e adequá-la a si mesma (AUSUBEL, 2003). Portanto, algo que é “modificável” em um processo não pode ser considerado “transferível”, porque deixou de ser o que era no princípio. Assim, a palavra “aquisição” perde o sentido em termos do que costumeiramente se entende por transferência (ou seja, pela simples aceitação de algo que já vem pronto), e passa a ser o novo significado que se edifica no sujeito que aprende.

Ao contrário da aprendizagem significativa, a aprendizagem mecânica é caracterizada pela memorização de ideias e conceitos. É uma aprendizagem que tem seu grau de passividade em termos do papel assumido pelo aprendiz. Existe um *continuum* ou espectro de aprendizagem (Figura 24) cujos extremos são os graus máximos de aprendizagem mecânica e de aprendizagem significativa, o que denominaremos de espectro AM-AS (Aprendizagem Mecânica-Aprendizagem Significativa), no qual se situa o tipo de aprendizagem alcançada pelo aprendiz: de um lado, está a aprendizagem com características de interação arbitrária e literal, em seus diferentes graus de arbitrariedade e literalidade; na extremidade oposta, está a aprendizagem com características de interação não arbitrária (específica) e não literal (substantiva), mas com diferentes graus de especificidade e substantividade, como detalharemos adiante.

Uma expressão muito comum utilizada por estudantes quando alegam ter se esquecido de como responder a alguma questão é “deu branco”, típica de alguém que, durante o processo de aprendizagem, não utilizou o mecanismo de aprendizagem significativa, mas, sim, o mecanismo de aprendizagem mecânica. Em outras palavras, as novas informações foram tratadas de maneira arbitrária e literal por parte do aprendiz.

Figura 24 – Representação esquemática do *continuum* AM-AS de aprendizagem: da aprendizagem mecânica à aprendizagem significativa



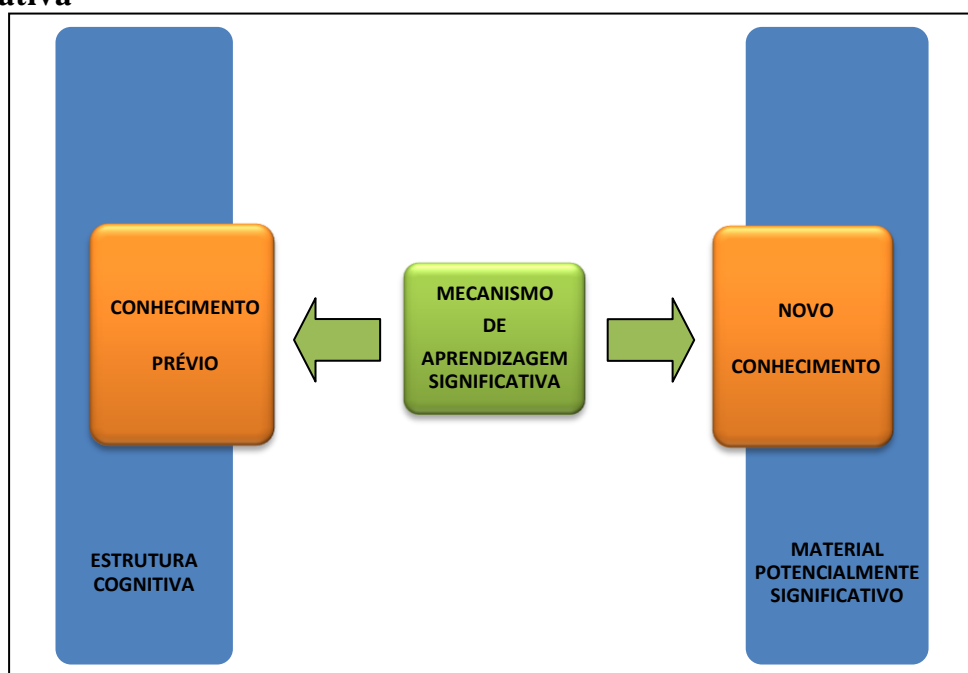
Fonte: Elaborada pelo autor.

No espectro da aprendizagem AM-AS, essa continuidade significa que, mesmo distante do grau máximo de aprendizagem significativa, é possível a existência desta, ainda que mais próxima da aprendizagem mecânica, ou seja, situada proximamente ao centro do espectro. Obviamente, esse grau não é quantificável e serve apenas para qualificar a aprendizagem. Por exemplo, pode-se identificar uma aprendizagem com fortes indícios de aprendizagem significativa por meios de instrumentos que permitem ao aprendiz expor seus conhecimentos de maneira livre, como questionários com questões abertas ou entrevistas individuais. Da mesma forma, pode-se averiguar a aprendizagem com elementos característicos de aprendizagem puramente mecânica (fortemente memorística), sendo o elemento característico mais evidente a apresentação de ideias pelo aprendiz exatamente como elas foram apresentadas a ele.

Mas o que é necessário para que ocorra a aprendizagem significativa? Ou, em outras palavras, como lidar com o novo conhecimento de maneira não arbitrária e não literal? Na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, são também descritos o mecanismo de aprendizagem significativa e o material potencialmente significativo. Primeiramente, vamos saber como é definido o mecanismo de aprendizagem significativa, que é, conforme afirma Ausubel (2003), uma disposição (intencionalidade) do aprendiz em relacionar o novo

conhecimento à própria estrutura cognitiva. Essa disposição “é um compromisso afetivo [...] de relacionar novos conhecimentos a conhecimentos prévios” (MOREIRA, 2008, p. 20). Esse mecanismo é, portanto, próprio de cada indivíduo. Na Figura 25, vê-se que o mecanismo de aprendizagem significativa é o “motor” para a aquisição de novos conhecimentos de maneira significativa. Ele opera nos domínios do material potencialmente significativo e também da estrutura cognitiva do indivíduo, estabelecendo conexões (não arbitrárias e não literais) entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio.

Figura 25 – Representação da atuação do mecanismo de aprendizagem significativa



Fonte: Elaborada pelo autor.

Segundo Ausubel (2003, p. 1), para que o material de aprendizagem seja considerado potencialmente significativo, é preciso que ele esteja

[...] relacionado de forma *não arbitrária* (plausível, sensível e não aleatória) e *não literal* com *qualquer* estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado ‘*lógico*’) e [...] que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material (grifos do autor).

O mecanismo de aprendizagem significativa – diferentemente do mecanismo de aprendizagem por memorização, que supervaloriza a resposta do livro didático e a do professor de maneira quase que exclusiva e única – proporciona alternativas de respostas do

estudante para além do que consta nos livros didáticos, ou seja, o aprendiz não é pré-condicionado a dizer o que o professor “quer” ouvir. Para Ausubel (2003, p. 72), uma

[...] razão porque os alunos desenvolvem frequentemente um mecanismo de aprendizagem memorizada numa matéria de aprendizagem potencialmente significativa prende-se ao facto de aprenderem, a partir de lamentáveis experiências anteriores, que as respostas substancialmente correctas que não estejam em conformidade, de forma literal, com aquilo que o professor ou manual escolar afirmam não têm qualquer crédito por parte de alguns professores. Outra razão consiste no facto de, por possuírem um nível geralmente elevado de ansiedade ou por terem fracassado repetidas vezes numa determinada disciplina [...], não possuem confiança suficiente na capacidade de aprenderem de forma significativa: logo, acreditam que não têm alternativa para fugirem à aprendizagem por memorização.

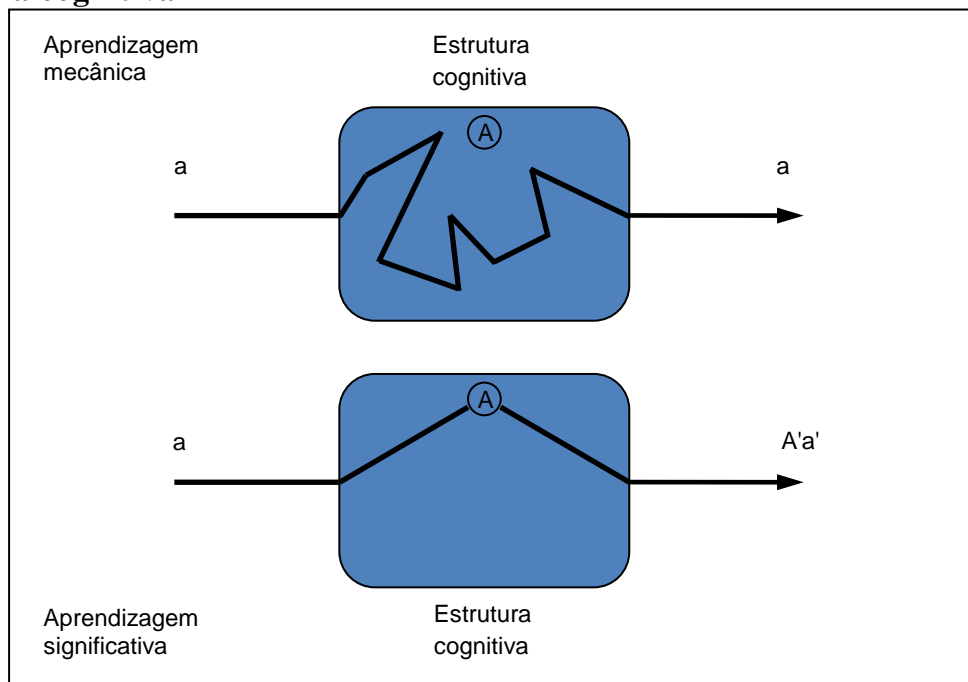
O autor pontua que, além do mecanismo de aprendizagem significativa, é necessário um material potencialmente significativo. Um material didático, para ser considerado potencialmente significativo, deve estar relacionado, de forma não arbitrária e não literal, com qualquer estrutura cognitiva. Essa não arbitrariedade diz respeito à existência de uma relação entre o novo conhecimento e os elementos subsunçores presentes na estrutura cognitiva (Figura 26). Já a não literalidade refere-se à substantividade do novo conceito a ser aprendido, ou seja, a aprendizagem do conceito não deve estar restrita aos significados das palavras que o definem, mas, sim, transcendê-los. Portanto, esse material deve ser pensado pelo professor de forma que possua significado lógico, ao mesmo tempo em que não se traduza em resposta automática, sem um esforço cognitivo do estudante. Além disso, deve contar com uma estrutura cognitiva do aprendiz com ideias ancoradas relevantes, ou seja, o estudante deve ter conhecimentos prévios em que o material possa provocar relações de significado.

De maneira analógica, poderíamos dizer que, assim como um profissional chaveiro necessita conhecer o tipo de fechadura para produzir a chave adequada e específica para que alguém tenha condições de abrir a porta, cabe ao professor conhecer as concepções prévias (fechadura) dos estudantes para que ele tenha condições de produzir um material potencialmente significativo (chave) que viabilize uma relação de aprendizagem (intenção de abrir a porta: mecanismo de aprendizagem significativa) do estudante com esse material.

A Figura 26 ilustra que, para uma aprendizagem significativa, o novo conhecimento “a” deve interagir com a estrutura cognitiva, especificamente com o elemento subsunçor “A”, resultando em um produto interacional “A’a”, que representa tanto a modificação do novo conhecimento ao incorporar-se à estrutura cognitiva quanto a modificação do elemento subsunçor, o conhecimento prévio do aprendiz. A esse processo, em que um conhecimento

potencialmente significativo “a” é incorporado a um conhecimento mais inclusivo (subsunçor) “A”, dá-se o nome de assimilação (MOREIRA; MASINI, 2001).

Figura 26 – Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa (assimilação) e respectivas interações com o elemento subsunçor “A” para uma mesma estrutura cognitiva



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para Pozo *et al.* (2009), a aprendizagem de um conceito ocorre quando a pessoa consegue dar significado a um material que lhe é apresentado. Assim, tem-se um ambiente favorável à aprendizagem significativa, utilizando-se materiais potencialmente significativos, valorizando os conhecimentos prévios e estimulando o mecanismo de aprendizagem significativa.

Ausubel (2003, p. 58) explica que,

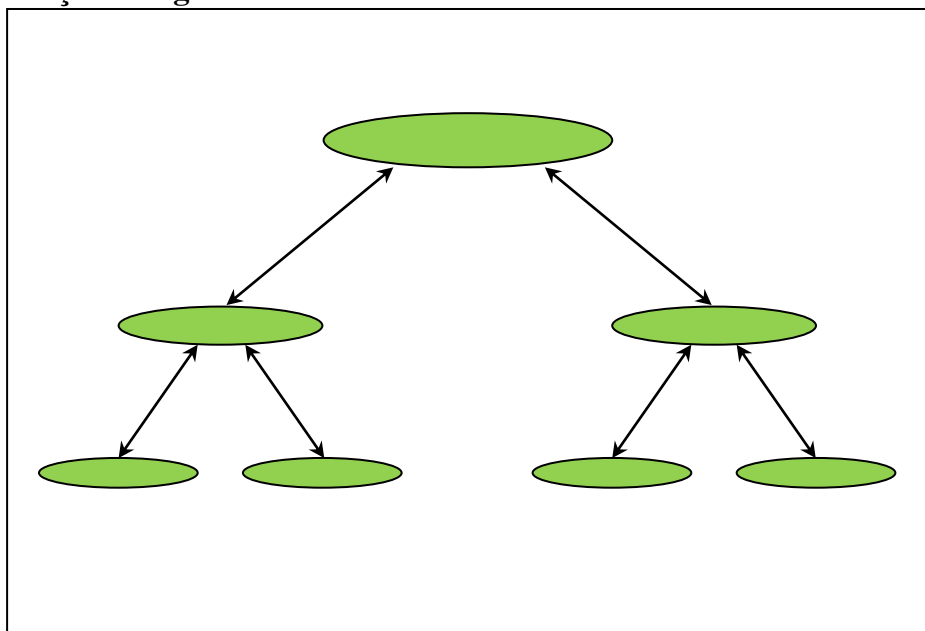
[...] enquanto o mecanismo e o material de aprendizagem, bem como as condições da estrutura cognitiva da aprendizagem significativa, forem satisfeitos, o resultado da aprendizagem deve ser significativo e as vantagens da aprendizagem significativa (i.e., economia do esforço de aprendizagem, retenção mais estável e maior transferibilidade) devem aumentar, independentemente do facto de o conteúdo a ser interiorizado ser apresentado ou descoberto e verbal ou não verbal.

Além disso, cabe ao professor preparar um material potencialmente significativo, ou seja, um material que tem a possibilidade de se relacionar com os subsunçores na estrutura cognitiva do indivíduo. A fim de que a aprendizagem seja significativa, o professor pode

utilizar os princípios facilitadores da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (2003), que são:

- a) Diferenciação progressiva: refere-se ao modo de apresentação das ideias mais gerais e inclusivas para as mais específicas e menos inclusivas, como representado na Figura 27. “A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos” (MOREIRA, 2010, p. 6). Esse princípio busca seguir a lógica de ordenação na estrutura cognitiva do indivíduo, em que um conhecimento mais específico tende a se organizar sob um conceito mais abrangente.
- b) Reconciliação integradora: é uma maneira de aproximar as ideias que porventura estejam sendo compartimentadas, ficando, dessa forma, isoladas do conjunto de ideias, conforme mostra a Figura 27. “A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações” (MOREIRA, 2010, p. 6). Dessa forma, a reconciliação integradora é um processo de recorrência, em que os conceitos específicos são levados ao encontro dos conceitos mais abrangentes.
- c) Organização sequencial: considera que o conteúdo deve ser coerentemente sequenciado de acordo com a dependência natural guardada na própria matéria em estudo, levando-se em conta nessa organização a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (MOREIRA, 2010).
- d) Consolidação: diz respeito ao conhecimento que é construído e que se tornará um novo conhecimento prévio para uma relação com um posterior novo conhecimento. Em outras palavras, não avançar na instrução sem ter a certeza da sedimentação do conhecimento é uma maneira de fortalecerem-se as futuras bases para as novas aquisições de conhecimento.

Figura 27 – Representação gráfica dos processos de diferenciação progressiva e de reconciliação integradora



Fonte: Adaptado de Moreira e Masini (2001).

Com base nesses princípios facilitadores da aprendizagem significativa e no material potencialmente significativo elaborado pelo professor, ainda caberá ao aprendiz decidir por aprender significativamente, ou seja, decidir por associar o novo conhecimento (com significado lógico do material potencialmente significativo) à própria estrutura cognitiva (com significado psicológico), o que é denominado como mecanismo de aprendizagem significativa de Ausubel (2003), conforme descrito anteriormente.

1.4 Aprendizagem significativa por recepção e aprendizagem significativa por descoberta

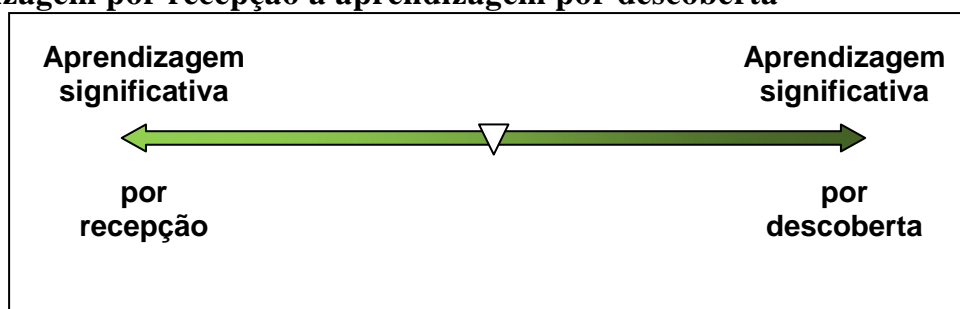
A aprendizagem significativa pode ocorrer por recepção e por descoberta. A aprendizagem significativa por recepção recebeu uma carga de entendimento equivocado quando grande parte dos professores a associou à memorização. Os professores supervalorizaram a aprendizagem significativa por descoberta em detrimento da aprendizagem significativa por recepção, que também é ativa. Portanto, faz-se necessária uma correta distinção entre ambas.

A aprendizagem significativa por recepção ocorre quando o “conteúdo total do que está por aprender apresenta-se ao aprendiz em forma acabada” (AUSUBEL, 2003, p. 48). É importante repetirmos que não se trata de uma aprendizagem realizada por memória, pois aí

se considera que o mecanismo de aprendizagem significativa é utilizado, o que implica que a maneira de o aprendiz relacionar o novo conhecimento apresentado de forma pronta ao conhecimento que ele já possui ocorre de maneira não arbitrária e não literal. Nas palavras de Moreira (2002, p. 13), a aprendizagem significativa receptiva exige “muita atividade cognitiva para relacionar, interativamente, os novos conhecimentos com aqueles já existentes na estrutura cognitiva, envolvendo processos de captação de significados, ancoragem, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa”.

Já a aprendizagem significativa por descoberta ocorre quando “o conteúdo principal do que está por aprender não é dado, mas deve ser descoberto de modo independente pelo aprendiz antes de este o poder interiorizar” (AUSUBEL, 2003, p. 48). Em outras palavras, na aprendizagem por descoberta, depois de a fase de descoberta propriamente dita “estar completa, interioriza-se o conteúdo descoberto, tal como na aprendizagem por recepção” (AUSUBEL, 2003, p. 49). Assim como não existe uma dicotomia entre a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa, também não há uma dicotomia entre a aprendizagem por recepção e a aprendizagem por descoberta. Ambas também compõem um espectro, no qual se pode classificar diversos níveis de aprendizagem significativa, com maior ou menor grau de aprendizagem receptiva/descoberta quanto maior ou menor a proximidade com os extremos da faixa espectral exibida na Figura 28:

Figura 28 – Representação esquemática do *continuum* de aprendizagem, de aprendizagem por recepção à aprendizagem por descoberta



Fonte: Elaborada pelo autor.

Seguindo esse raciocínio, a parte central do espectro representaria uma aprendizagem com 50% de características de aprendizagem significativa por recepção (ASR) e 50% de características de aprendizagem significativa por descoberta (ASD), tomando o *continuum* ASR-ASD paralelamente ao *continuum* AM-AS (Aprendizagem Mecânica-Aprendizagem Significativa), visto que, para Ausubel (2003, p. 54), “é bem possível existir simultânea ou sucessivamente uma situação por memorização e significativa”. O autor cita a aprendizagem

da tabuada como um exemplo de simultaneidade e a retenção das falas de um ator como um exemplo de sucessão da aprendizagem significativa para a aprendizagem mecânica. Da mesma forma, parece contraditório, mas a aprendizagem significativa por descoberta e a aprendizagem significativa por recepção também compartilham de características comuns, pois a ASD tem como etapa final a ASR. Ausubel (2003, p. 49) estabelece uma comparação entre elas:

[...] a aprendizagem pela descoberta é um processo com mais implicações psicológicas do que a aprendizagem por recepção, pois pressupõe uma fase de resolução de problemas que precede a interiorização de informações e o surgimento de significados. Contudo, a aprendizagem por recepção, no seu todo, surge mais tarde em termos de desenvolvimento e, em muitos casos, implica um grau superior de maturidade cognitiva.

Essa comparação torna evidente que o processo de aprendizagem por descoberta é mais lento do que o processo de aprendizagem por recepção, por apresentar uma etapa a mais no processo que estaria pronto para o aprendiz: a fase de resolução de problemas. Em relação à maturidade cognitiva mencionada, Moreira (2002, p. 14) afirma que “no ensino médio e superior predomina fortemente a aprendizagem receptiva. Mesmo que o ensino seja centrado no aluno como se defende hoje, a aprendizagem continuará sendo receptiva. Ensino centrado no aluno não é sinônimo de aprendizagem por descoberta”. Tal afirmação, mais uma vez, deixa claro que a aprendizagem significativa por recepção não deve ser confundida com a aprendizagem mecânica (por memorização).

1.4.1 Relações entre conhecimentos novos e conhecimentos prévios

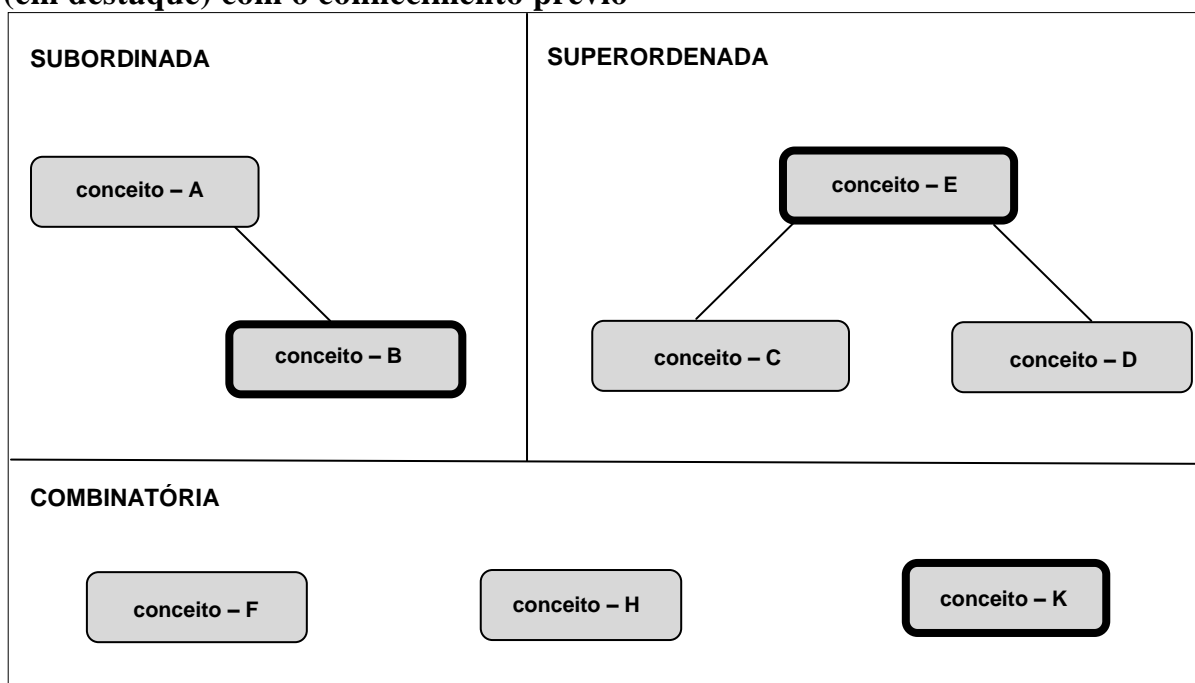
A aprendizagem significativa pode ocorrer por diferentes processos, que se dão a partir da relação entre o conhecimento prévio e o conhecimento novo. Tomando o conhecimento prévio como referência, a AS pode ser denominada como subordinada, superordenada ou combinatória. A aprendizagem significativa subordinada (ou de subsunção) é a aprendizagem que ocorre quando o novo conhecimento estabelece uma relação de subordinação em relação ao conhecimento prévio do indivíduo. Em geral, “as informações novas e potencialmente significativas ancoram-se, mais frequentemente, a ideias relevantes mais gerais e inclusivas na estrutura cognitiva do aprendiz” (AUSUBEL, 2003, p.93).

A aprendizagem significativa superordenada (ou subordinante) é a que ocorre quando as informações recém-adquiridas pelo indivíduo são mais inclusivas do que as já existentes em sua estrutura cognitiva. É uma aprendizagem em que o novo conhecimento passa a “fazer

sentido” no momento em que “encontra” o conhecimento prévio que lhe serve de exemplificação, de elementos constituintes, por exemplo, ou seja, quando se conhece o todo pelas partes. Um análogo prático seria a montagem de um quebra-cabeça sem a imagem-guia, em que, num dado momento, a pessoa decifra a imagem final pela combinação de um número suficiente de peças. Já a aprendizagem subordinada poderia ser análoga à função de conectar cada peça a partir da imagem-guia.

A aprendizagem significativa combinatória é a aprendizagem que não ocorre por relação de subordinação ou superordenação do novo conhecimento. É, portanto, uma aprendizagem que se dá não por relação com algum elemento específico da estrutura cognitiva, mas é proveniente de uma relação significativa estabelecida com uma ideia geral do conhecimento prévio. Fazendo-se a analogia do jogo quebra-cabeça, seria uma ação similar a não conhecer de antemão a imagem guia e, com o manuseio das peças, chegar à imagem final sem haver propriamente a montagem manual do quebra-cabeça. Os diagramas da Figura 29 ilustram como se relacionam as informações novas com as informações presentes na estrutura cognitiva.

Figura 29 – Tipos de aprendizagem conforme a relação do novo conhecimento (em destaque) com o conhecimento prévio



Fonte: Elaborada pelo autor.

Assumindo como referencial o novo conhecimento, a aprendizagem significativa é denominada como representacional, conceitual ou proposicional. A aprendizagem

significativa representacional é a primeira etapa para a aquisição de significados de conceitos e ideias, sendo a base para o que se denomina de aprendizagem conceitual e aprendizagem proposicional, respectivamente. Como o próprio nome sugere, está diretamente relacionada aos símbolos, a aprendizagem de seus significados. Pode-se generalizá-la como “a aprendizagem dos significados de símbolos individuais [...] ou o que estes representam” (AUSUBEL, 2003, p. 83). Segundo o autor, esses símbolos individuais podem ser palavras, símbolos algébricos e símbolos químicos, figuras geométricas, entre outros.

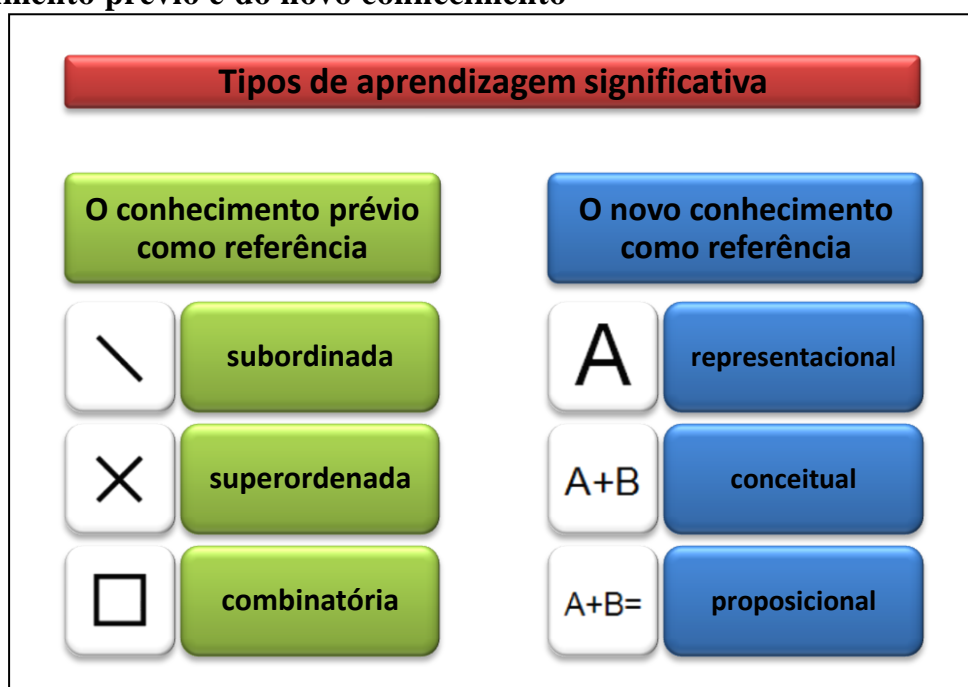
A aprendizagem conceitual é a aprendizagem significativa de conceitos que podem ser definidos como “objectos, acontecimentos, situações ou propriedades que possuem atributos específicos comuns e são designados pelo mesmo signo ou símbolo” (AUSUBEL, 2003, p. 2).

A aprendizagem significativa proposicional “refere-se aos significados de ideias expressas por grupos de palavras combinados em proposições ou frases” (AUSUBEL, 2003, p. 84). Nota-se que essa aprendizagem vai além da combinação de seus componentes e a forma com que é expressa. Seja na escrita com as pontuações, seja na fala com a entonação, ela pode trazer outros significados além do denotativo. Poderíamos fazer uma analogia dessa aprendizagem com a aprendizagem dos conhecimentos necessários para a condução de veículos de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), por exemplo. A aprendizagem das placas de regulamentação, como a placa “PARE”, seria do tipo representacional, uma vez que se daria a partir da aquisição de novos símbolos. No CTB, teríamos também a aprendizagem conceitual, isto é, das definições importantes para o trânsito, como a aprendizagem do conceito de ciclomotor. A aprendizagem significativa dos artigos de tal código seria do tipo proposicional.

A Figura 30 ilustra a classificação da aprendizagem significativa conforme o ponto de vista do conhecimento prévio e o ponto de vista do novo conhecimento. A própria figura em questão também favorece a aprendizagem significativa representacional de quem a lê (você, leitor), ao fazer uso de símbolos que sintetizam os conceitos, podendo propiciar, assim, a aprendizagem conceitual, que é a aprendizagem significativa num grau mais elevado do que a aprendizagem significativa representacional. Isso tudo com base apenas no novo conhecimento presente na Figura 30. Vejamos uma situação prática do leitor a respeito da Figura 30: se o leitor já tiver um conhecimento parcial dos conceitos presentes na figura (conhecimento prévio) e, por meio dela (dos novos símbolos apresentados), puder estabelecer relações entre esses conceitos, ou seja, os novos conceitos e os conhecimentos anteriores, poderíamos dizer que esse material instrucional, no caso, a figura (material potencialmente

significativo), favorece a aprendizagem, ao permitir a relação entre os conceitos de maneira subordinada, superordenada ou combinatória.

Figura 30 – Classificação da aprendizagem significativa conforme referências do conhecimento prévio e do novo conhecimento



Fonte: Elaborada pelo autor.

1.5 Aprendizagem significativa crítica

A aprendizagem significativa crítica foi proposta por Moreira (2010) como resposta à aprendizagem significativa como atividade subversiva apresentada por Postman e Weingartner (1971). Segundo esses autores, os problemas crescentes de nossa sociedade são uma ameaça à sobrevivência dela própria, sendo a educação o que poderia salvá-la de sua ruína. Esses autores não colocam a educação como solução para todos os problemas, mas a consideram importante para resolver alguns deles, e afirmam que é necessária uma mudança na forma do ensino, pois “a escola, afinal de contas, é a única instituição em nossa sociedade que é imposta a todos e o que acontece na escola tem uma grande influência – para bem ou para mal” (POSTMAN; WEINGARTNER, 1971, p. 15).

Assim, Moreira (2010, p. 7) propõe que a aprendizagem precisa ter uma postura crítica. Segundo ele, a aprendizagem significativa crítica é “aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela” (grifo do autor). Em

outras palavras, a aprendizagem significativa crítica deve ir além da aprendizagem meramente duradoura proporcionada pela aprendizagem significativa da teoria clássica de Ausubel e ser construída de maneira que o sujeito seja capaz de perceber-se como parte da sociedade e saber distanciar-se dela quando necessário para melhor avaliá-la. Ou seja, a aprendizagem significativa é a base para a aprendizagem significativa crítica. Então, para que ocorra a aprendizagem significativa crítica, alguns princípios são listados pelo autor:

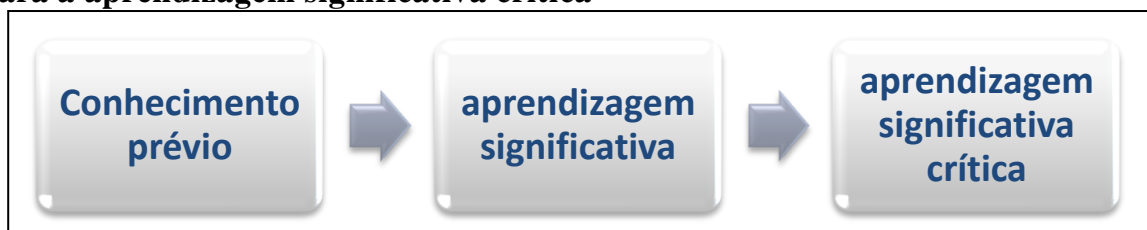
- a) Princípio do conhecimento prévio;
- b) Princípio da interação social e do questionamento;
- c) Princípio da não centralidade do livro de texto;
- d) Princípio do aprendiz como perceptor/representador;
- e) Princípio do conhecimento como linguagem;
- f) Princípio da consciência semântica;
- g) Princípio da aprendizagem pelo erro;
- h) Princípio da desaprendizagem;
- i) Princípio da incerteza do conhecimento;
- j) Princípio da não utilização do quadro de giz;
- k) Princípio do abandono da narrativa.

Vamos detalhar os princípios facilitadores da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) anteriormente elencados, conforme Moreira (2010):

- a) **Princípio do conhecimento prévio:** Só é possível ser crítico sobre um determinado conhecimento se o sujeito o detém significativamente e, para tanto, é fundamental que esse conhecimento parta de algo, de algum conhecimento previamente estabelecido. Para Ausubel (2003) e Moreira (2010), aprendemos a partir do que já sabemos, logo, o conhecimento prévio é condição necessária, porém, não suficiente para a aprendizagem significativa, assim como a própria aprendizagem significativa não é condição suficiente para a aprendizagem significativa crítica, mas é uma condição necessária para ela. Esse princípio é considerado o mais importante da TAS de Ausubel (2003), pois, para que haja uma aprendizagem significativa, é necessário que o novo conhecimento interaja com o conhecimento já presente na estrutura cognitiva do indivíduo. É importante destacar que o princípio do conhecimento prévio não se resume ao conhecimento

prévio em si, mas na relação que é desejável que haja entre o novo conhecimento e o conhecimento anterior do estudante. Assim, identificar o conhecimento prévio do aprendiz, ou mesmo incentivar a utilizá-lo sem que se proponha uma relação deste com o novo conhecimento, não é a utilização do princípio do conhecimento prévio e, portanto, não promove a aprendizagem significativa crítica. Conforme tratamos anteriormente, a indispensável relação que deve existir entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio pode ser uma relação de subordinação, de superordenamento, de combinação, representacional, conceitual ou proposicional. A partir dessas relações é que devem ser aplicados os princípios da aprendizagem significativa crítica.

Figura 31 – O conhecimento prévio é a base para a aprendizagem significativa e para a aprendizagem significativa crítica

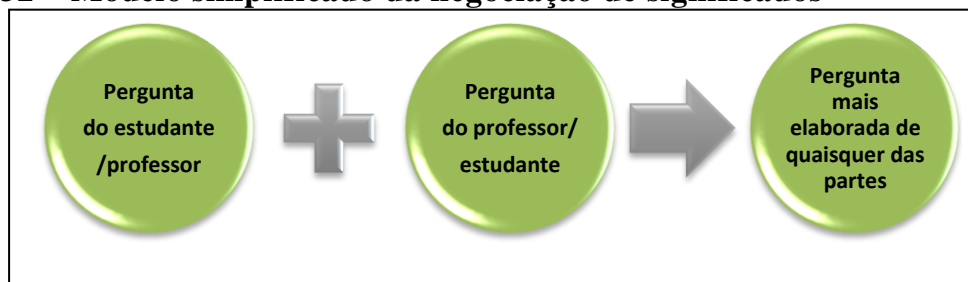


Fonte: Elaborada pelo autor.

- b) **Princípio da interação social e do questionamento:** A interação professor-aluno deve permitir o compartilhamento de significados de determinado conhecimento de forma indagadora e com reciprocidade. Deve-se priorizar o questionamento relevante, apropriado e substantivo, ou seja, o professor não deve responder de imediato, tampouco o estudante deve ser colocado em situação de resposta imediata. Em suma, é preciso ensinar o estudante a fazer perguntas. A negociação de significados que promove o compartilhamento de significados entre aluno e professor “deve envolver uma permanente troca de perguntas ao invés de respostas” (MOREIRA, 2010, p. 9). Na Figura 32, há uma simplificação desse processo de interação com questionamento, na qual um estudante inicia uma interação com o professor com uma pergunta e o docente, nessa interação, elabora outra pergunta, que, por sua vez, deverá motivar um novo questionamento mais elaborado por parte do aprendiz. Caso a interação com questionamento seja iniciada pelo professor, este deve fazer a pergunta, de modo que provoque uma pergunta por parte do aluno e, mesmo que este interaja com uma resposta, o

docente deve refazer a pergunta ou, até mesmo, elaborar uma nova com o objetivo de obter um compartilhamento de significados.

Figura 32 – Modelo simplificado da negociação de significados

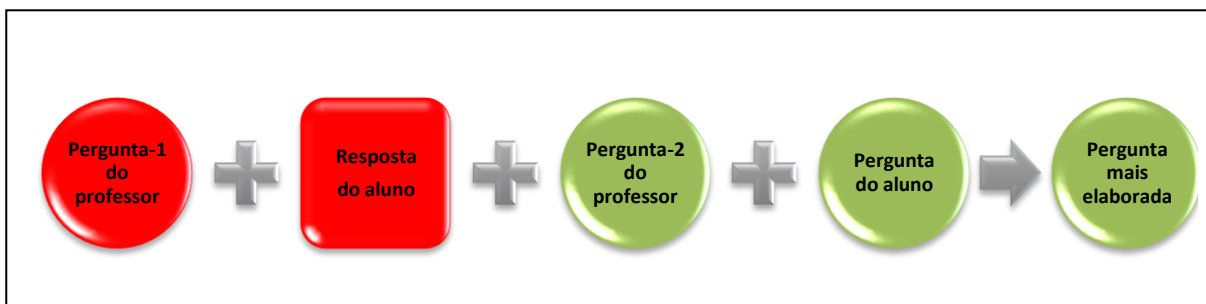


Fonte: Elaborada pelo autor.

É importante destacar que o resultado dessa negociação de significados pode não ser imediato, isto é, pode se dar a qualquer tempo. Daí a necessidade de o professor organizar seu material didático para que essa evidência de interação questionadora possa ser identificada e registrada de algum modo, pois a identificação é importante como parte de uma avaliação formativa, e o seu registro como fonte de dados pode servir para uma nova intervenção e uma nova avaliação final do processo de aprendizagem significativa crítica.

Pode ocorrer de uma interação iniciar com uma pergunta “inadequada” do professor (Figura 33), ou seja, que a princípio não resulte em uma postura de indagação do estudante, mas como uma resposta dele. Nesse caso, o docente deverá elaborar um novo questionamento com uma pergunta que melhor se adapte aos subsunçores do estudante, utilizando a própria resposta fornecida por ele para melhor identificá-los e, ao mesmo tempo, buscar uma negociação de significados. O resultado final do questionamento deve ser um novo questionamento, afastando a ideia de que o conhecimento é algo acabado, estático. Então, se o processo de questionamento for iniciado e terminar em uma resposta, provavelmente o estudante o aceitará, seja por acreditar na resposta do professor, seja por acreditar em sua própria resposta.

Figura 33 – Modelo simplificado de adequação da negociação de significados



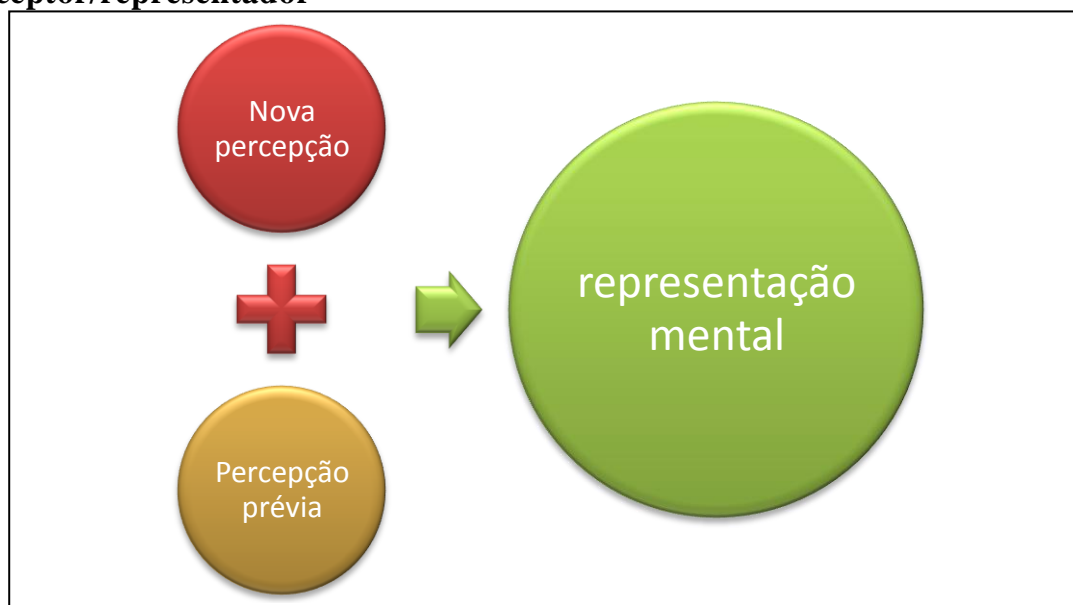
Fonte: Elaborada pelo autor.

Pode-se concluir que o princípio da interação social e do questionamento pode ocorrer apenas entre o professor e o aprendiz, uma vez que “o compartilhar significados resulta da negociação de significados entre aluno e professor” (MOREIRA, 2010, p. 9), e não entre o estudante e seus pares, mesmo que estes estejam em atividades que envolvam interação social e questionamento entre si. Essa interação social e também o questionamento entre os próprios estudantes, ou seja, sem intervenção do professor, não seriam os mesmos termos aqui tratados.

- c) **Princípio da não centralidade do livro de texto:** Os livros didáticos influenciam a ação docente decisivamente, conforme afirmam Selles e Ferreira (2004). E, apesar de, cada vez mais, apresentarem-se alternativas de fontes de consulta, como as revistas científicas disponibilizadas na internet e a própria internet como um recurso de busca a diversas formas de aprendizagem, o livro didático ainda é tido como um recurso imprescindível, tanto para o ensino quanto para o aprendizado. Moreira (2010) evidencia que não se deve desconsiderar o potencial do livro didático como um recurso educativo, apenas não o tornar exclusivo. Dessa forma, é preferível que o livro didático seja utilizado como um conjunto de títulos e com uma diversidade de autores, uma vez que a multiplicidade de opiniões é salutar para o questionamento do estudante promovido pelo professor e pelo próprio recurso instrucional.
- d) **Princípio do aprendiz como perceptor/representador:** Para a TAS, a aprendizagem ocorre com a interação do novo conhecimento com o conhecimento prévio do aprendiz. Moreira (2010) pontua que a Psicologia Cognitiva Contemporânea trata o aprendiz como um perceptor/representador, e não um receptor, como tratado classicamente. A percepção do novo conhecimento é

própria de cada pessoa e depende de suas percepções anteriores (prévias), ou seja, de sua trajetória de percepções ao longo da vida. Essa interação entre uma nova percepção e uma percepção prévia resulta em uma representação mental (modelo mental) (Figura 34). Dessa forma, o conhecimento em sala de aula, que é apresentado a todos da mesma maneira, dependerá da percepção de cada aluno. O professor também é tido como um perceptor, já que ensina conforme as suas próprias percepções (MOREIRA, 2010). Mas, como esse princípio de aprendiz perceptor/representador pode ser implementado em sala de aula? Moreira (2010, p. 11) explica que “a aprendizagem significativa crítica implica a percepção crítica e só pode ser facilitada se o aluno for, de fato, tratado como um perceptor do mundo e, portanto, do que lhe for ensinado, e a partir daí um representador do mundo, e do que lhe ensinamos” (grifos do autor). Assim, torna-se evidente que o aluno deve ser valorizado em suas percepções, ou seja, considerado individualmente em meio à turma e não ao “aluno médio” para efeitos de elaboração de material didático por parte do professor, e também que seja valorizado como representador, tendo a oportunidade de expor suas ideias (representações mentais).

Figura 34 – Modelo simplificado da concepção do aprendiz perceptor/representador



Fonte: Elaborada pelo autor.

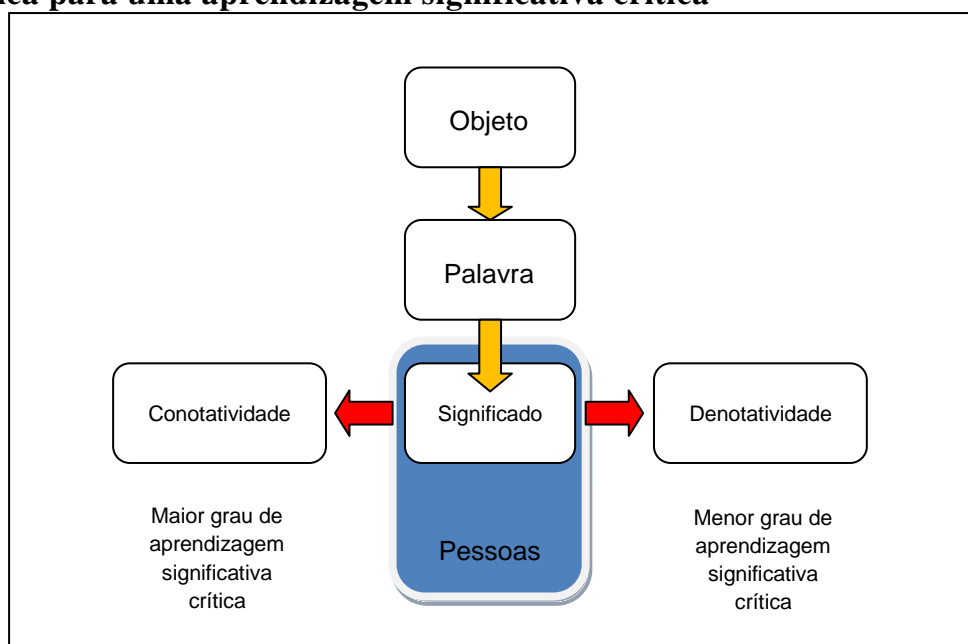
- e) **Princípio do conhecimento como linguagem:** De acordo com a TAS, a aprendizagem – que pode ser representacional, de conceitos e proposicional –

envolve signos, a relação entre os signos e as interpretações das relações entre os signos, que podem ser palavras ou qualquer outro símbolo, como os números, operadores matemáticos etc. Dos signos, são construídas as linguagens. O conhecimento é edificado com alguma linguagem, de modo que, para se ter a percepção de algum conhecimento, é necessário conhecer a linguagem daquele conhecimento. Aprender significativamente essa linguagem e, conseqüentemente, estar em condições de adquirir o conhecimento que por ela se tem intermédio é aprender de maneira não arbitrária e não literal cada elemento (signo) dessa linguagem. Para a TASC, segundo Moreira (2010), aprender uma nova linguagem criticamente é percebê-la potencialmente reveladora de outras percepções do mundo. Assim, é preciso que o estudante tenha em mente que “a ciência é uma extensão, um refinamento da habilidade humana de perceber o mundo. Aprendê-la implica aprender sua linguagem e, em consequência, falar e pensar diferentemente sobre o mundo” (MOREIRA, 2010, p. 12). Várias linguagens são utilizadas no ensino de Ciências se considerarmos cada disciplina como uma nova maneira de perceber o mundo. É preciso, então, que todas as linguagens (disciplinas) sejam valorizadas igualmente, mesmo que o estudante tenda a valorizar algumas em detrimento de outras. É imprescindível, assim, desenvolver essa percepção da linguagem como reveladora de novas percepções.

- f) **Princípio da consciência semântica:** A consciência semântica, ou do significado das palavras, também é fundamental para que ocorra a aprendizagem significativa crítica. Para se ter essa consciência, é necessário saber que os significados das palavras estão nas pessoas, uma vez que são elas quem atribuem significados às palavras. De acordo com Moreira (2010), quando o aprendiz atribui significados às palavras, ele está aprendendo significativamente. Também é necessário saber que a palavra não é o que ela representa. Por exemplo, a palavra livro não é o livro, ela representa o livro. Saber que as palavras mais abstratas são mais pessoais e, portanto, de significados conotativos, e que as palavras mais concretas são mais sociais e, conseqüentemente, de significados denotativos também é uma conscientização semântica. Essas direções de significado apontam o aproximar-se ou o afastar-se do referencial concreto. Moreira (2010) destaca que a atribuição de significados conotativos (pessoais) às palavras proporciona a aprendizagem significativa. Por fim, a conscientização de que os significados das palavras

mudam com o tempo nos mostra que nomear as coisas com palavras é, de certa forma, imobilizá-las em uma percepção. Ainda com o exemplo do livro (físico), nomeá-lo como “livro” é associá-lo à escrita no papel. Hoje, a percepção que temos de livros digitais (virtuais) ainda está associada à percepção que temos do livro de papel. O que seria da percepção do livro se ele não fosse nomeado desde o início, mas categorizado como a sua função ou funções? Função de registro para leitura? E o que o diferenciaria de outros registros de leitura? Talvez, o livro fosse hoje denominado como “registro portátil para leitura”. De toda forma, ainda assim seria um nome e o significado do objeto livro seria tão mais próximo do sujeito quanto mais pessoal fosse o nome do livro. Como deveríamos nos referir a um livro se cada um deles tivesse um nome para cada pessoa que o considerasse? Pelo seu título? Se assim fosse, o título do livro também não seria o próprio livro e o significado do título do livro, esse sim, seria pessoal, significativo. E o que dizer dos DVD’s de mesmos títulos? Em linhas gerais, Moreira (2010) sugere quatro modalidades de consciências semânticas: a consciência de que o significado das palavras está nas pessoas; a consciência de que a palavra não é seu significado; a consciência de que os significados das palavras são dinâmicos; e a consciência de que a direção dos significados indica conotatividade ou denotatividade.

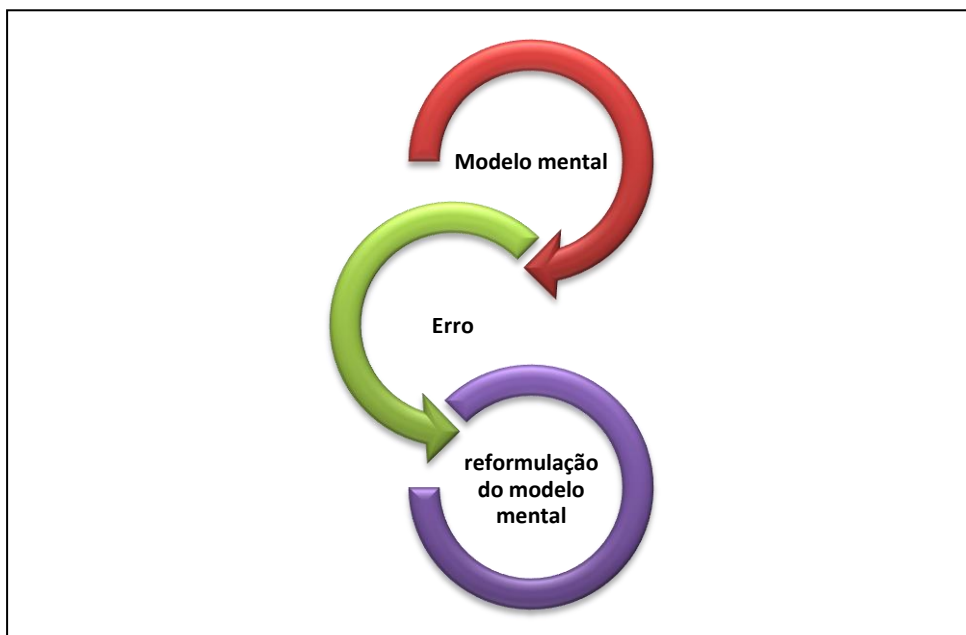
Figura 35 – Representação gráfica das quatro modalidades de consciência semântica para uma aprendizagem significativa crítica



Fonte: Elaborada pelo autor.

g) **Princípio da aprendizagem pelo erro:** A aprendizagem pelo erro não se dá por ensaio-erro com iniciativa aleatória, mas com iniciativa com conhecimento prévio. Desse conhecimento e da respectiva representação mental (modelo mental) pode ocorrer um erro que deverá ser superado com um novo modelo mental (Figura 36). Logo, o erro é peça de promoção de novos modelos mentais. Para Moreira (2010), na escola, geralmente, ocorre a punição do erro, e os conceitos, leis e teorias tendem a ser considerados verdades duradouras, estejam eles em livros ou na fala do professor. Essa punição do erro na escola pode ocorrer pela nota na avaliação ou por um constrangimento do estudante que expõe perante a turma sua ideia considerada errada. Na TASC, “buscar sistematicamente o erro é pensar criticamente, é aprender a aprender, é aprender criticamente rejeitando certezas, encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação” (MOREIRA, 2010, p. 15, grifos do autor). De início, o professor deve assumir uma postura de valorização de todas as ideias dos estudantes e confeccionar seu plano de aulas anual tendo em vista, sempre que possível, os momentos históricos em que a ciência teve dificuldades de superar os erros de modelos outrora considerados verdadeiros, as ideias que permitiram reformular ou abandonar o modelo em questão, e, por fim, ser coerente com o modelo de avaliação aplicado. Uma avaliação que valoriza a aprendizagem pelo erro deve permitir que ele seja revisto pelo estudante e superado por ele, além de não implicar prejuízo considerável de nota, afinal, o erro é parte do processo, não seu fim.

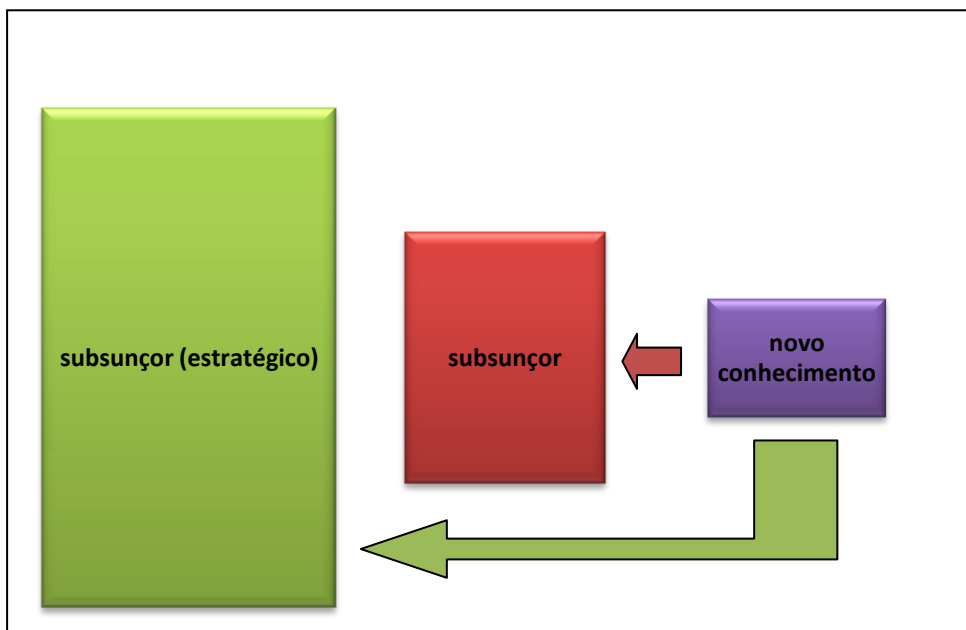
Figura 36 – Esquema explicativo sobre como o erro pode ser fomentador da evolução dos modelos mentais



Fonte: Elaborada pelo autor.

- h) **Princípio da desaprendizagem:** É certo que cada vez mais os meios de comunicação tornam-se mais rápidos em geração e transmissão de informação. Como lidar com essa quantidade de informações e conhecimentos, distinguindo o relevante do irrelevante? É preciso desaprender o que seja irrelevante. Para a TASC, a aprendizagem significativa crítica é “aprender a desaprender, é aprender a distinguir entre o relevante e o irrelevante no conhecimento prévio e libertar-se do irrelevante” (MOREIRA, 2010, p. 16, grifos do autor). A desaprendizagem, segundo Moreira (2010), não significa eliminar os conhecimentos adquiridos, pois, uma vez ocorrida a aprendizagem significativa, estes jamais perderão suas conexões na estrutura cognitiva do indivíduo. Logo, não utilizar o subsunçor que dá origem a esse conhecimento, mas utilizar outro subsunçor (estratégico), é uma alternativa para a aprendizagem do novo conhecimento (Figura 37). Assim, é natural admitir que o subsunçor a ser utilizado deve ser mais inclusivo do que o subsunçor a ser isolado, de modo que a assimilação ocorra tendo-se em vista o subsunçor estratégico, mas sabendo-se da posição que ocupa o subsunçor a ser ignorado.

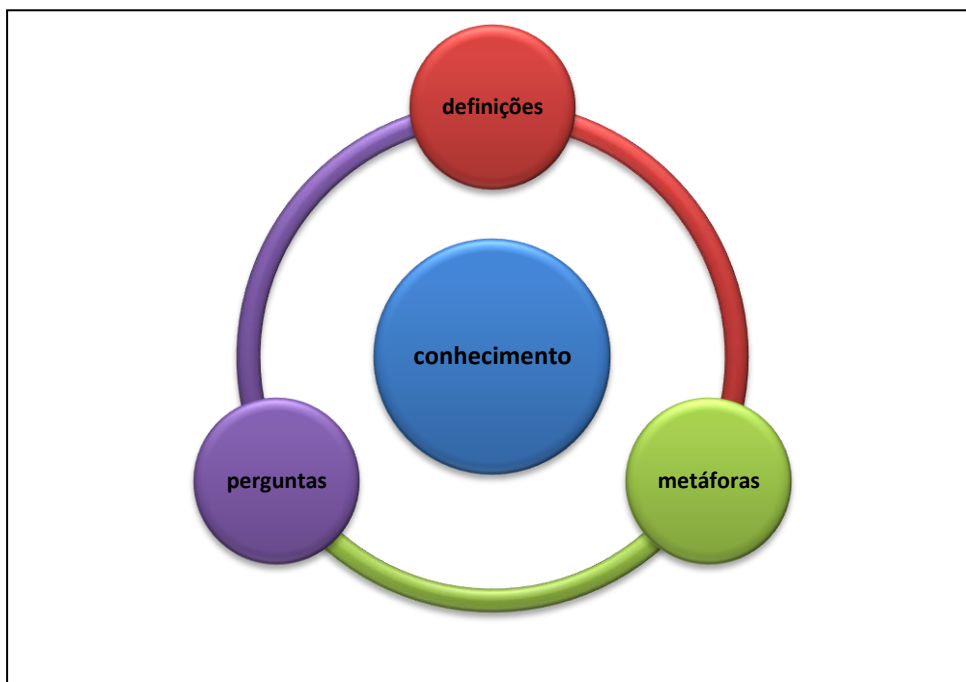
Figura 37 – Esquema explicativo sobre como ocorre a desaprendizagem



Fonte: Elaborada pelo autor.

- i) **Princípio da incerteza do conhecimento:** Como se constrói o conhecimento? Com o pensamento articulado por perguntas, definições e metáforas (Figura 38). E como se fundamentam as perguntas, as definições e as metáforas? As perguntas são elaboradas com base na percepção de quem as elaboram, sendo a percepção algo próprio de cada um. O conhecimento molda-se de acordo com as perguntas feitas. As definições são bases construídas dentro de um contexto e com alguma finalidade específica. A partir delas, pode-se pensar e avançar na caracterização e nas propriedades do objeto de investigação. Toda metáfora é um empréstimo de entendimento de algo baseado em outro, logo, não poderia ser essa comparação tão precisa sendo o outro, e não o próprio, algo que se desconhece. Aí está a incerteza do conhecer indiretamente. A aprendizagem significativa será crítica “quando o aprendiz perceber que as definições são invenções, ou criações humanas, que tudo o que sabemos tem origem em perguntas e que todo nosso conhecimento é metafórico” (MOREIRA, 2010, p. 16).

Figura 38 – Esquema explicativo sobre como é articulado o conhecimento



Fonte: Elaborada pelo autor.

- j) **Princípio da não utilização do quadro-de-giz:** A utilização da lousa, seja ela física ou virtual, é um símbolo do ensino transmissivo e repetidor. Apesar do título, não se trata de anular esse recurso, mas de diminuir o seu uso ao mínimo possível, para permitir uma diversidade de outros recursos de ensino. Logo, é possível utilizá-lo para um ensino não transmissivo, como, por exemplo, a exposição de dados levantados por estudantes em alguma atividade de pesquisa, das ideias de grupos de alunos, de escritas pelo professor ou pelos próprios alunos, enfim, como um ponto de apoio às atividades de ensino. Para Moreira (2010), a utilização de uma ampla variedade de estratégias de ensino que promovam a participação ativa do estudante é condição necessária para que ocorra a aprendizagem significativa crítica.
- k) **Princípio do abandono da narrativa:** O ensino transmissivo tem como característica básica a fala do professor: ele narra, a turma escuta ou vê na lousa e reproduz na prova. Essa aprendizagem mecânica e, provavelmente, de curta duração dificilmente irá promover uma compreensão do que se pretende ensinar. O fato de o professor deixar de narrar a aula para apenas conduzi-la com planejamento, dando voz aos estudantes e intervindo nos momentos em que julgar necessários, permitirá que surjam estratégias que facilitem a aprendizagem

significativa crítica, como momentos de discussão em grupo, atividades colaborativas, projetos, seminários, pesquisas, entre outros.

2 A ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

2.1 O cenário

A pesquisa foi realizada na cidade de Uberlândia/MG, precisamente na Escola Estadual Jerônimo Arantes (Figura 39), cujas coordenadas geográficas -18.905068 de latitude e -48.319974 de longitude podem ser úteis ao leitor interessado na comparação de dados meteorológicos e astronômicos com outras regiões do planeta. A escola está localizada na região periférica da cidade, às margens de uma rodovia de intenso fluxo de veículos, que leva à cidade de Ituiutaba/MG.

Figura 39 – Detalhes da localização da Escola Estadual Jerônimo Arantes e de seus arredores



Fonte: Google Maps

A Escola Jerônimo Arantes pertence à rede pública de educação do Estado de Minas Gerais e oferece vagas para o Ensino Fundamental, o Ensino Médio e a Educação de Jovens e Adultos (EJA). Os estudantes participantes desta pesquisa foram selecionados após uma ampla divulgação no período matutino da escola totalizando 14 turmas. Dos 37 estudantes selecionados após apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, 35 cursavam o 9º ano do Ensino Fundamental e dois cursavam o 2º ano do Ensino Médio, todos do turno matutino.

O livro didático adotado na escola para os anos finais do Ensino Fundamental é “Ciências Naturais” das autoras Mozena e Santana (2012), editora Saraiva e cuja abordagem não foge à regra de apresentação das estações do ano essencialmente no referencial heliocêntrico.

Foi oferecido a esses estudantes um curso em que foi aplicada uma sequência didática. Eles estavam cientes do curso desde o primeiro momento de sua divulgação. A sequência foi aplicada em 2015, no período de fevereiro a novembro, com um encontro semanal nos espaços da biblioteca e no pátio da escola, e as atividades foram distribuídas de modo a abranger os quatro períodos das estações do ano.

Essa proposta didática pretendeu proporcionar aos estudantes aprender a caracterizar as estações do ano fundamentando-se no referencial topocêntrico, ou seja, caracterizá-las como observadores localizados na cidade de Uberlândia/MG. Essa aprendizagem implica a utilização de dados do entorno, os quais podem ajudar a compor um corpo de conhecimentos sobre como ocorrem e se manifestam as estações no local onde os alunos vivem. Tais dados são, por exemplo, os pluviométricos, os termométricos e os relativos à variação da trajetória aparente do Sol ao longo do ano.

2.2 Metodologia de coleta e análise de dados do conhecimento prévio e de aprendizagem ao final da aplicação da proposta

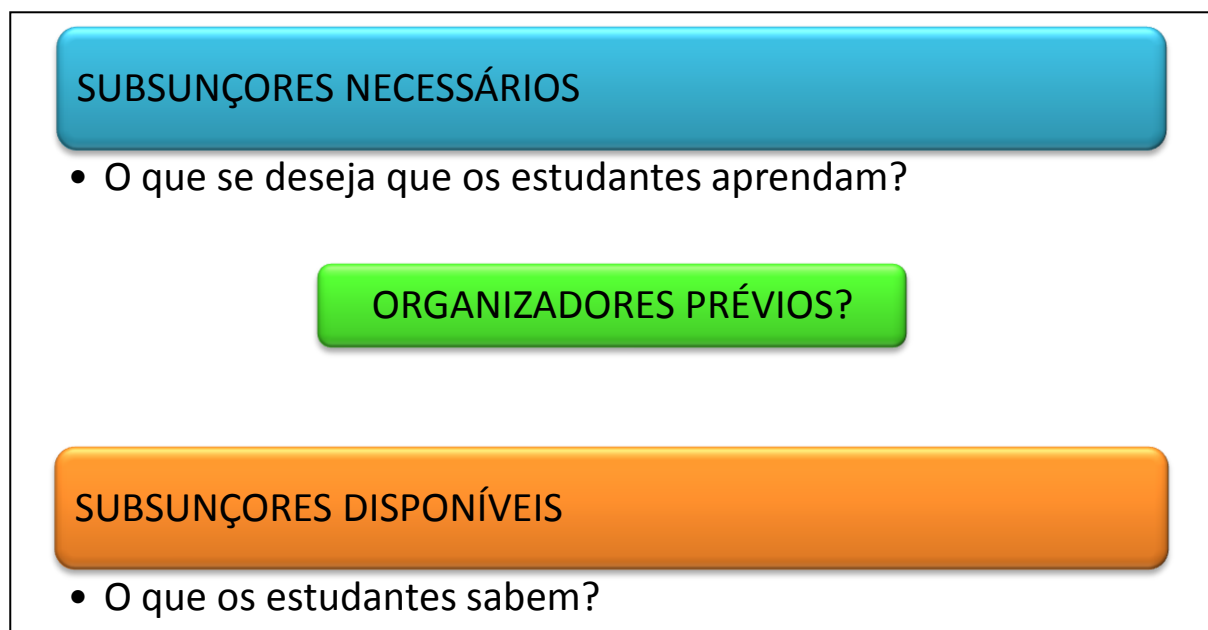
A metodologia de aquisição de dados para a investigação apoia-se em entrevistas individuais no início e ao final do curso (Apêndice A). Tais entrevistas iniciais possibilitaram identificar as concepções alternativas dos estudantes em relação ao tema em estudo. Essas ideias e conceitos iniciais determinaram como as atividades poderiam ser melhor elaboradas, para que se tornassem um material potencialmente significativo, de forma que, juntamente com o mecanismo de aprendizagem significativa, promovessem interações não arbitrárias e não literais entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio.

Com a entrevista individual, foi possível mapear individualmente os estudantes, detectando-se os conhecimentos oriundos da aprendizagem significativa. Além das entrevistas, fizemos anotações das aulas para identificação das estratégias (conteúdos atitudinais) desenvolvidas pelos estudantes, como o manuseio de instrumentos e a cooperação no trabalho em equipe. A análise dos dados foi feita com base na comparação das respostas da segunda entrevista com a primeira, para a verificação de evidências da aprendizagem significativa.

2.2.1 Identificação dos subsunçores

Tendo em vista que, para a TAS, o essencial para que ocorra a aprendizagem significativa é a ancoragem do novo conhecimento no conhecimento prévio de maneira significativa, isto é, de maneira não arbitrária e não literal, identificar o conhecimento prévio dos estudantes é questão fundamental. Para tanto, faz-se necessário identificar os subsunçores dos aprendizes para compará-los àqueles necessários para a aprendizagem do novo conhecimento, conforme representado na Figura 40, a seguir. Para a identificação dos subsunçores necessários, pode ser utilizado algum instrumento que permita a organização dos conceitos, de maneira geral ou mais especificamente (Figura 40), como o mapa conceitual, que, assim como “diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de uma disciplina” (MOREIRA, 2006, p. 46), pode ser usado como um recurso para a análise do conteúdo a ser trabalhado. Para a identificação dos subsunçores disponíveis, são necessários instrumentos de coleta de dados, como o questionário e a entrevista. Caso não haja algum subsunçor em comum entre os subsunçores necessários e os subsunçores disponíveis, faz-se necessária a utilização de organizadores prévios, também denominados de organizadores avançados. Os organizadores prévios, segundo Ausubel (2003), são instrumentos pedagógicos que buscam estabelecer uma relação entre o que o estudante já sabe e o que se deseja que eles aprendam, utilizando-se de conceitos mais inclusivos do que o conhecimento a ser assimilado.

Figura 40 – Esquema explicativo sobre como proceder na organização do material instrucional tomando como referência o conhecimento prévio e o novo conhecimento

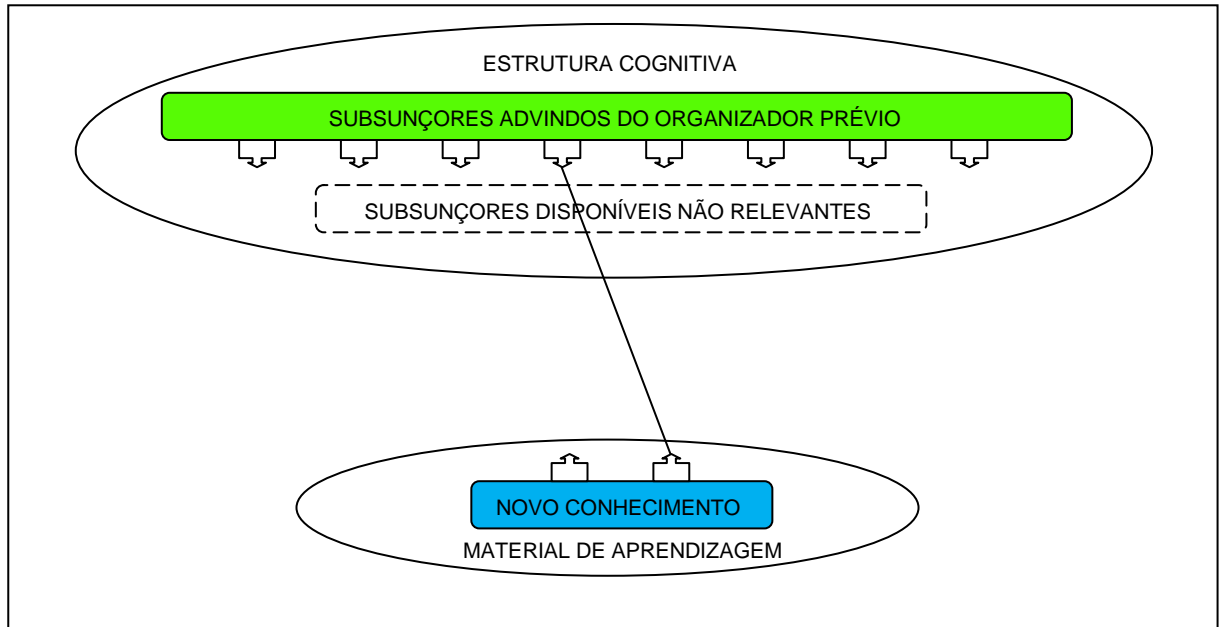


Fonte: Elaborada pelo autor.

Caso seja identificada a necessidade de um organizador prévio, será preciso preparar tal instrumento de acordo com a presença ou não de subsunçores relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz. Os organizadores prévios, segundo Moreira (2002), podem ser classificados como organizador expositivo ou organizador comparativo. O organizador expositivo é para o caso de ausência de subsunçor, em que o aprendiz não tem noção do que está sendo ensinado; e o organizador comparativo é para quando o aprendiz já tem alguma noção do que se propõe a aprender, e serve para discriminar os novos conhecimentos dos subsunçores que ele já têm em sua estrutura cognitiva.

Assim, o organizador prévio deverá ser considerado como um elemento de maior inclusividade do que o material de aprendizagem, como mostra a Figura 41, e poderá ser “um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas” (MOREIRA, 2002, p 11).

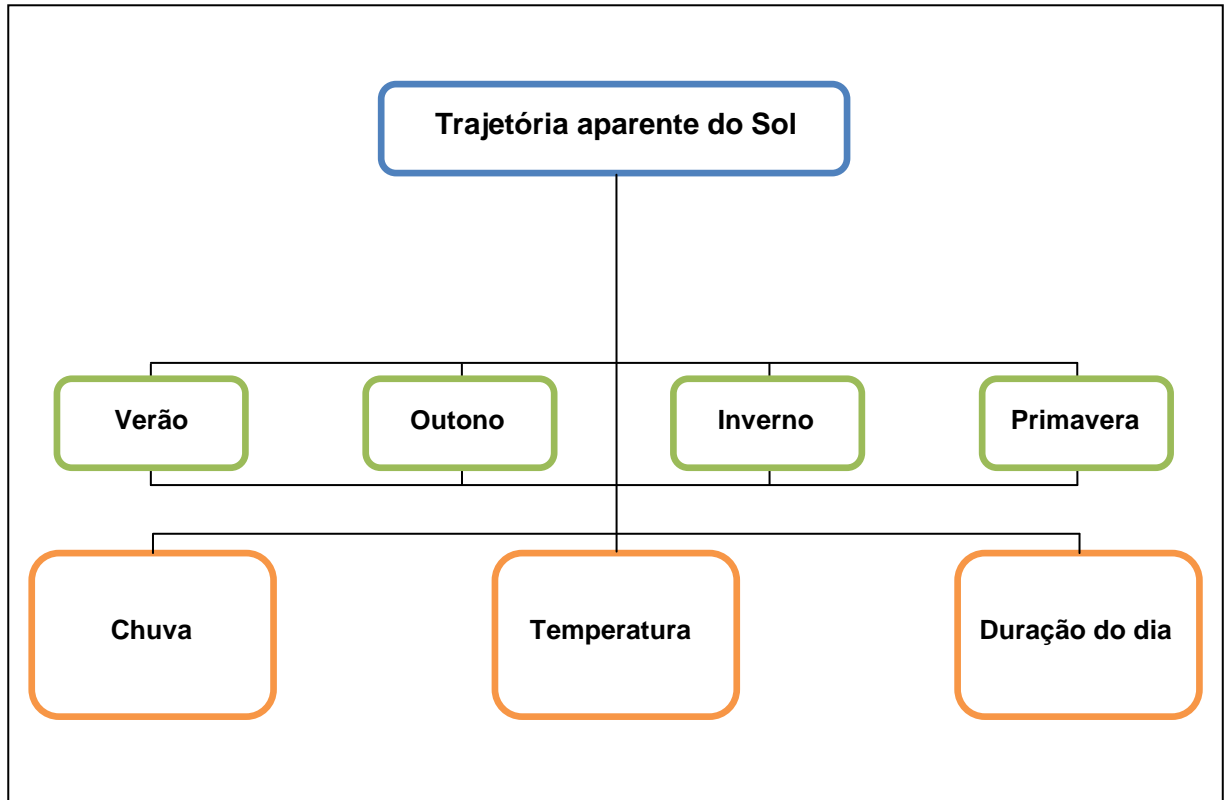
Figura 41 – Esquema explicativo situando os novos subsunçores provenientes do organizador prévio. Detalhe para a representação da assimilação com a linha diagonal



Fonte: Elaborada pelo autor.

No quadro apresentado na Figura 42, apresentamos uma organização dos conceitos que consideramos fundamentais para a aprendizagem do tema estações do ano sob o referencial topocêntrico. Esse quadro está organizado em conceitos relacionados às causas (trajetória aparente do Sol no decorrer do ano) e efeitos (chuva, temperatura, duração do dia) das estações no âmbito observacional. Por meio desses conceitos, formulamos as questões presentes no roteiro de entrevistas (Apêndice A).

Figura 42 – Mapa conceitual para identificação dos subsunçores relevantes à aprendizagem do tema estações do ano em um referencial topocêntrico

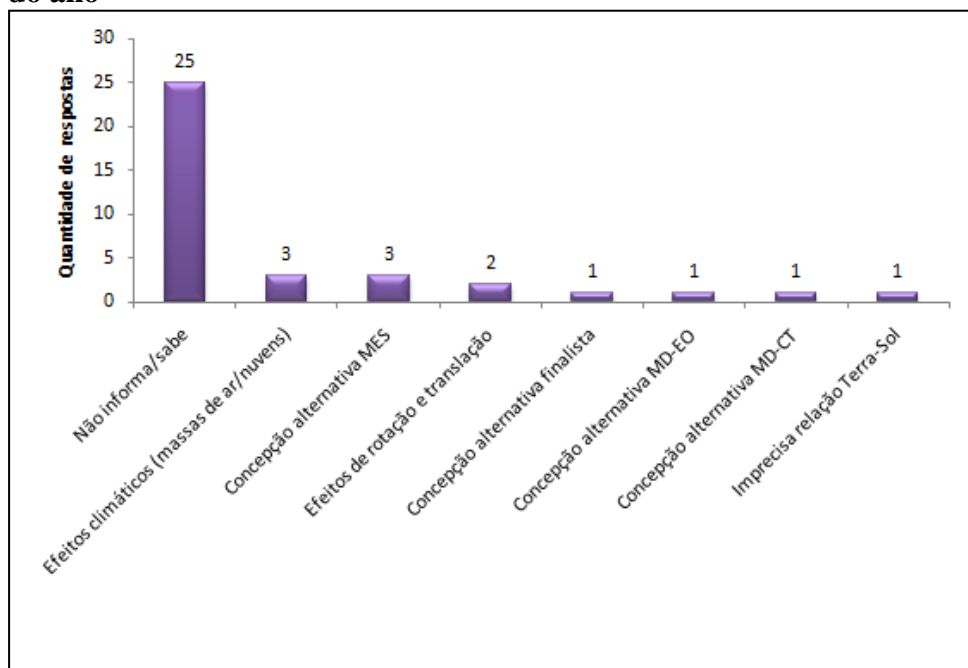


Fonte: Elaborada pelo autor.

2.2.2 Dados para a elaboração da sequência didática

A proposta didática foi elaborada com base no levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes obtido por meio das entrevistas iniciais. Entre os estudantes entrevistados, a maioria (71,4%), conforme indica o Gráfico 1, não soube informar a causa das estações do ano. Esse resultado, conforme Sneider, Bar e Kavanagh (2011), é concordante com o que se tem encontrado em todo o mundo: os estudantes têm dificuldade de explicar o motivo das estações do ano. Além disso, foram constatadas algumas concepções alternativas, já listadas anteriormente: o Modelo de Encaramiento Solar (MES), o Modelo de Distância devido à Excentricidade da Órbita (MD-EO), o Modelo de Distância devido à Curvatura da Terra (MD-CT), além dos modelos OM-MTF (teleológicos e finalistas), apresentados por Navarrete, Azcárate e Oliva (2004). Esperava-se que o modelo MD-EO acompanhasse a tendência mundial de ser a concepção alternativa mais utilizada, mas esteve entre as menos citadas.

Gráfico 1 – Tipos de respostas apresentadas pelos participantes sobre a causa das estações do ano

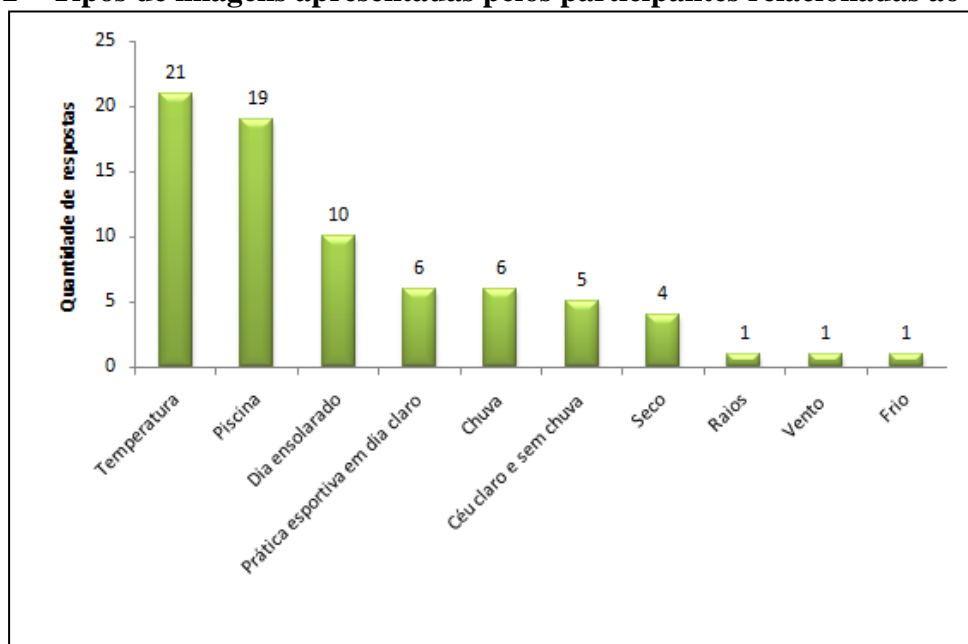


Fonte: Elaborada pelo autor.

Foi realizada uma estratégia de levantamento de dados implícitos com a utilização de imagens (Apêndice E). No total, foram apresentadas 17 imagens, isoladas, numeradas e repetidas três vezes, dispostas diante do entrevistado de maneira aleatória. Quando solicitados a indicar as imagens que lembravam alguma estação, os entrevistados as separavam das demais e as agrupavam. Com a possibilidade de várias indicações de imagens para a mesma estação (questão), foram obtidos os dados referentes nos Gráficos 2, 3, 4 e 5, respectivamente para o verão, o outono, o inverno e a primavera.

Em relação ao verão (Gráfico 2), as imagens mais mencionadas foram relativas à temperatura, ainda que os estudantes se referissem ao calor de maneira indireta nas figuras que ilustravam piscina, dia ensolarado e prática esportiva em dia claro. Imagens relativas à chuva foram indicadas em menor quantidade, fossem elas a própria chuva em ilustração ou tempestades com presença de raios e ventanias.

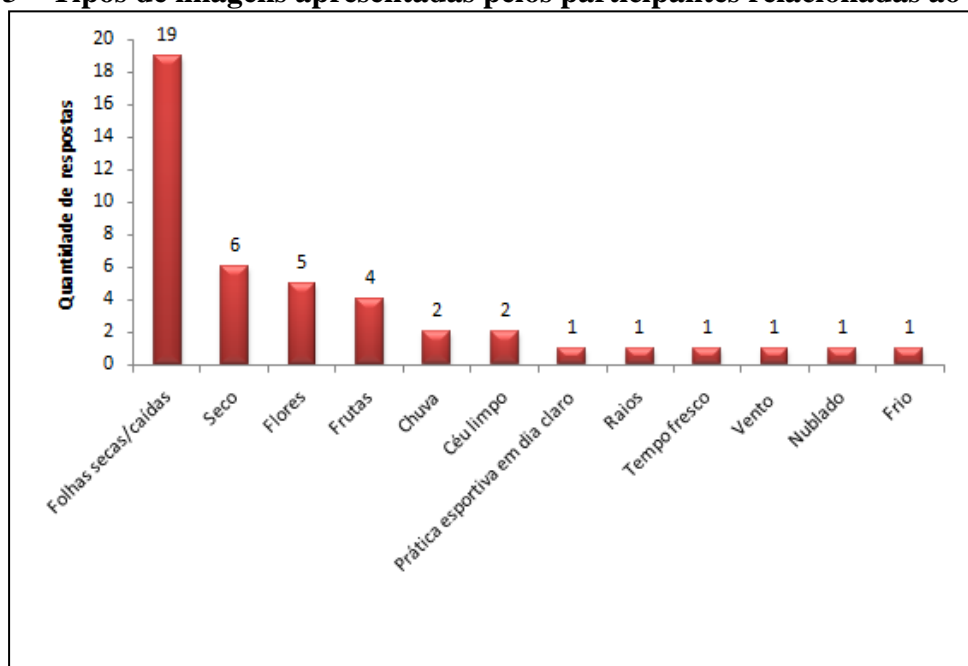
Gráfico 2 – Tipos de imagens apresentadas pelos participantes relacionadas ao verão



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para o outono (Gráfico 3), a maioria dos estudantes indicou imagens relativas ao aspecto de folhas secas no chão, o que era esperado pela presença de tal representação em livros didáticos quando se referem à ocorrência dessa estação:

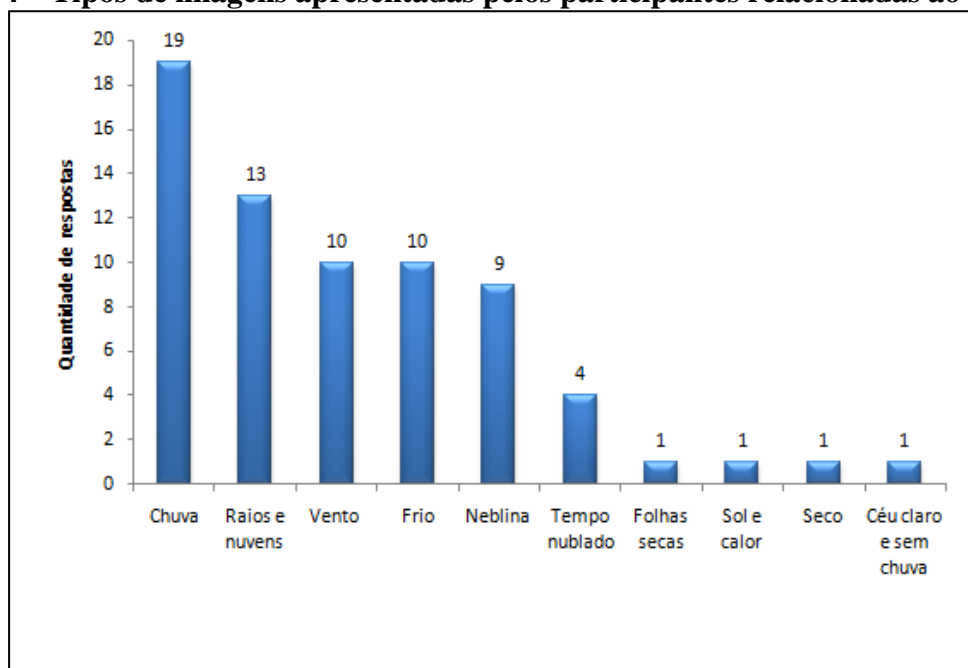
Gráfico 3 – Tipos de imagens apresentadas pelos participantes relacionadas ao outono



Fonte: Elaborada pelo autor.

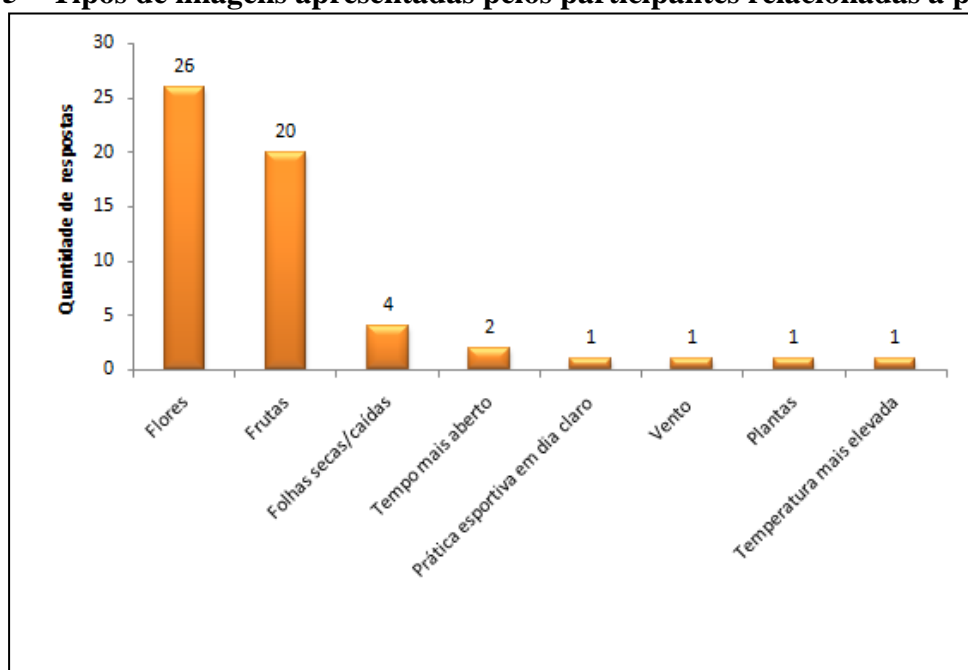
As imagens apontadas pelos estudantes em relação à estação inverno (Gráfico 4) faziam referência ao frio, tendo sido indicado por 28,6% deles. Porém, nota-se que a maioria indicou o período como chuvoso (54,3%), acrescido de aspectos de tempestades com raios e vento, conforme imagem 3 do Apêndice E. Percebe-se que uma das possíveis causas da indicação do período de inverno associado a chuvas e tempestades é o fato de os estudantes relacionarem chuva a frio (LONGHINI; GOMIDE, 2014).

Gráfico 4 – Tipos de imagens apresentadas pelos participantes relacionadas ao inverno



Fonte: Elaborada pelo autor.

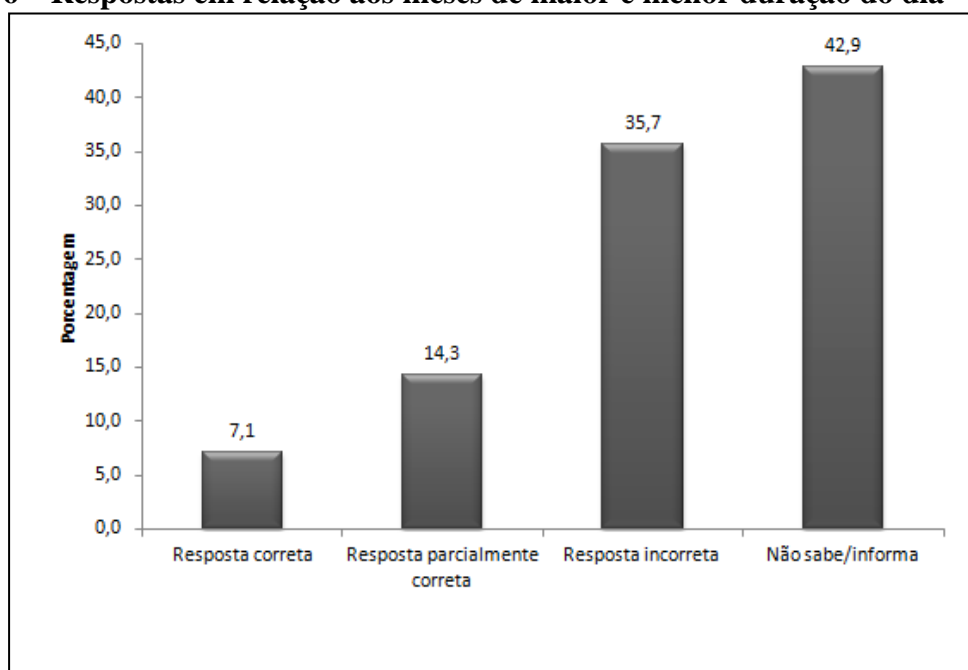
Para a primavera, a maioria dos estudantes elegeu imagens referentes a flores e frutas, conforme se vê no Gráfico 5:

Gráfico 5 – Tipos de imagens apresentadas pelos participantes relacionadas à primavera

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a investigação sobre o que os estudantes sabem a respeito da duração do dia, perguntamos se a quantidade de horas claras e de horas escuras de um dia eram iguais. Dos estudantes entrevistados, 54,3% responderam que a quantidade de horas claras e de horas escuras de um dia não eram iguais. Vale destacar que o horário de verão foi um fator que influenciou suas respostas.

Outra questão foi a que se referiu ao mês cujos dias têm horas claras em maior quantidade do que horas escuras, e ao mês que tem mais horas escuras do que horas claras, ou seja, que tem a noite maior do que o dia. O Gráfico 6 mostra que 42,9% dos participantes da pesquisa não souberam responder ou não responderam, e que 35,7% responderam de maneira incorreta.

Gráfico 6 – Respostas em relação aos meses de maior e menor duração do dia

Fonte: Elaborada pelo autor.

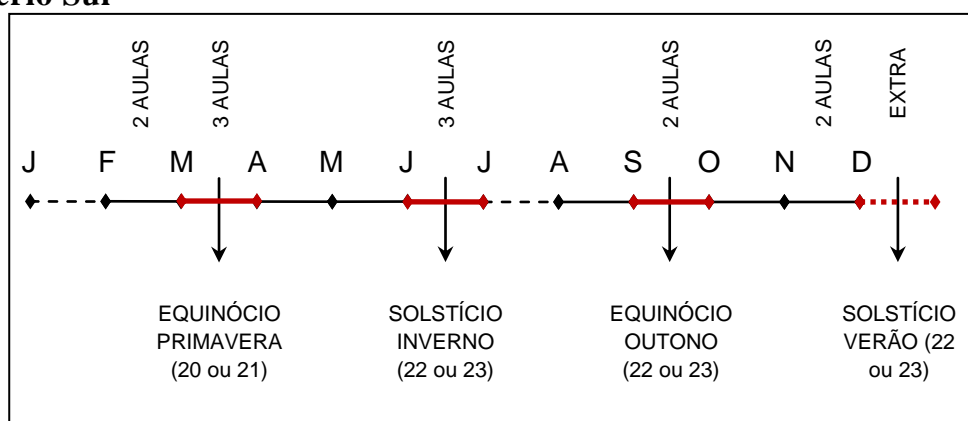
A resposta considerada certa foi aquela em que a estação correspondia ao mês com dias maiores do que a noite e ao mês com a noite maior do que o dia, ampliando, assim, a margem de acerto. A resposta considerada parcialmente certa foi aquela em que apenas uma das duas estações eram correspondentes aos meses corretos.

3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática (SD) apresentada (Apêndice B) – um dos materiais potencialmente significativos utilizados na proposta didática – deve ser preferencialmente aplicada ao longo de um ano (fevereiro a dezembro), para que cada estação possa ser objeto de observação dos estudantes. A sequência didática também permite ao professor desenvolver esse tema paralelamente aos demais que o currículo exigir.

Tudo começa com o planejamento das datas em que ocorrerão as mudanças de estação (solstícios e equinócios). Conforme informa Mourão (1987), o equinócio de primavera no Hemisfério Sul ocorre nos dias 20 ou 21 de março, e o solstício de inverno no Hemisfério Sul (HS) nos dias 22 ou 23 de junho. Nos dias 22 ou 23 de setembro, há o equinócio de outono no Hemisfério Sul, e nos dias 22 ou 23 de dezembro, o solstício de verão no Hemisfério Sul. Essas datas estão esquematizadas com as aulas, como se vê na Figura 43. A aula “EXTRA” exibida na mesma figura é para uma eventual possibilidade de organizar uma atividade de observação fora do espaço escolar e do próprio ano letivo, a fim de sanar a curiosidade sobre o solstício de verão. Com esses dados iniciais, deve-se programar as atividades de medição e observação do entorno (ambiente). É importante que o professor providencie para que, nessas aulas de observação, possam ser gravados vídeos do fenômeno em questão para uma análise comparativa ao final do ano.

Figura 43 – Programação do curso ao longo do ano com dados referentes ao Hemisfério Sul



Fonte: Elaborada pelo autor.

As atividades entregues aos estudantes estão apresentadas nos quadros abaixo. Elas foram estruturadas de modo que cada instrução pudesse ser analisada conforme os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e da Teoria da Aprendizagem Significativa

Crítica (TASC), e contam também com instruções direcionadas ao professor para o momento de aplicação da atividade.

Dos princípios da TAS, a diferenciação progressiva e a diferenciação integradora estão presentes em todas as atividades. O princípio da diferenciação progressiva é utilizado desde o título da atividade, que traz sempre uma questão central a ser explorada durante a aula. Dois princípios da TASC foram de imediato atendidos mediante a proposta da pesquisa: o princípio da não centralidade do livro de texto e o princípio da não utilização do quadro de giz. Foram utilizados materiais instrucionais diversificados para além de textos que geralmente são apresentados nos livros didáticos, os quais costumam trazer a resposta previamente. Os materiais instrucionais utilizados vão desde os roteiros das atividades (livres de respostas “prontas”) até os instrumentos de medição utilizados, tais como o termômetro e o pluviômetro, e também objetos de aprendizagem, como a cúpula transparente, o gnômon e a rosa dos ventos.

O Quadro 2 mostra a distribuição das atividades na sequência didática na ordem de aplicação e também como se dá a interdependência entre essas atividades. É importante destacar que cada subsequência é uma frente de avanço em determinado subtema, sendo necessária para que a atividade que esteja na condição de coleta de dados avance para a próxima etapa e seja retomada posteriormente. As sugestões para os meses de aplicação das atividades (quarta coluna do Quadro 2) são feitas de acordo com os fenômenos característicos daquele mês ou com a ascendência sobre as próximas atividades. Por exemplo, as atividades 1, 2, 3 e 4 começam em março pelo fenômeno astronômico (equinócio de primavera no Hemisfério Sul) em especial, e pelo registro inicial das ideias dos estudantes que ocorreram nos primeiros momentos com a turma, independentemente se o curso começar em março ou em qualquer outro mês do ano.

Quadro 2 – Distribuição das atividades na sequência didática

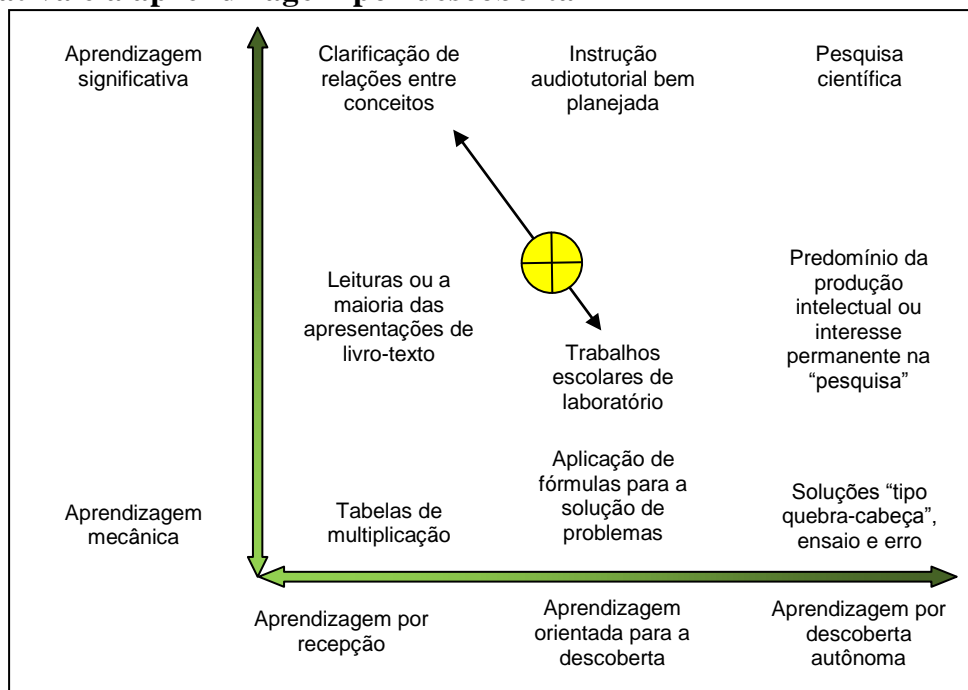
Atividade	Tema	Subsequência	Sugestão
1	“Estações do ano”	A1	março
2	“Chove chuva!”	B	março
3	“Esquenta, esfria!”	C	março
4	“Por onde anda o Sol”	D1	março
5	“Por onde anda o Sol”	D2	junho
6	“Sol, sombra e ideias”	E1	junho
7	“Sol, sombra e ideias”	E2	setembro
8	“Sol, sombras e ideias”	E3	novembro
9	“Sol, sombras e ideias”	E4	dezembro
10	“Por onde anda o Sol”	D3	setembro
11	“De volta às chuvas e às temperaturas”	A2	dezembro

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 44, que, com base em Ausubel, Novak e Hanesian (1980), mostra a relação entre alguns instrumentos didáticos e suas relações com o espectro de aprendizagem mecânica/significativa e com o espectro de aprendizagem recepção/descoberta, inseriu-se uma indicação para classificar a sequência didática de acordo com suas características. Como se trata de uma sequência didática com práticas de observação, de coleta de dados, de organização dos dados e de sintetização dos resultados, a classificamos na categoria “Trabalhos escolares de laboratório”. A sequência didática também apresenta características que se enquadram na categoria “Clarificação de relações entre conceitos”. Diante dessas duas características fundamentais para o instrumento didático em questão, é natural que se admita que o caráter da sequência didática esteja em algum ponto entre essas duas características, tendo uma aproximação maior com as práticas de laboratório. Também há que se considerar que a metodologia das aulas consistiu na indagação constante, buscando-se o levantamento de hipóteses, a coleta de dados e a posterior análise dos dados para a verificação das hipóteses. Em relação a essa metodologia, Ausubel (2003, p. 54) afirma que a “formulação e análise de

hipóteses de resolução de problemas é, na verdade, o único aspecto verdadeiro da famosa aprendizagem pela descoberta”. Logo, a indicação do círculo cruzado na Figura 50 classifica a sequência didática como um instrumento didático voltado para a aprendizagem orientada para a descoberta com tendências à aprendizagem significativa.

Figura 44 – Posicionamento da proposta de ensino em relação à aprendizagem significativa e à aprendizagem por descoberta



Fonte: Adaptado de Ausubel, Novak e Hanesian (1980).

Como se vê, a proposta didática é direcionada para uma aprendizagem significativa, porém, limitada à “aprendizagem orientada para a descoberta”, ou seja, é mais exigente para o aprendiz do que uma proposta voltada exclusivamente para a aprendizagem significativa por recepção.

O quadro a seguir esquematiza em três colunas a sequência didática, os princípios da aprendizagem significativa clássica e da aprendizagem significativa crítica envolvidos na SD e eventuais instruções ao professor:

Atividade 1 (A1)		
“Em que meses do ano acontece cada uma das estações?”		
Instruções para o estudante	Princípios utilizados	Instruções para o professor
<p>➤ Liste o que você percebe no entorno do lugar onde vive em cada uma das estações do ano.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da reconciliação integradora (PRI) é aplicado na medida em que as instruções da atividade se diferenciam entre si, e é feita a relação desses conceitos com os mais gerais e inclusivos. A retomada da questão inicial de cada atividade ao longo dela própria (em diferenciação progressiva) é uma forma de se aplicar o PRI. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O professor deve estimular os estudantes para que escrevam a maior quantidade possível de conceitos subsunçores identificados na Avaliação Diagnóstica (Entrevista – Apêndice A).
<p>➤ Discuta suas respostas com os colegas. Elas foram parecidas com as suas ou foram muito diferentes? Não apague suas respostas!</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio da interação social e do questionamento. 4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 5. Princípio da consciência semântica. 6. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Para aplicar o princípio da interação social e do questionamento, é necessário um diálogo entre o estudante e o professor. Assim, é possível que nas reflexões coletivas dos estudantes ou mesmo em suas reflexões individuais ocorra um estímulo ao questionamento. 2. O estímulo à percepção de diversos significados para uma mesma questão e a valorização dos significados pessoais são evidências da aplicação do princípio da consciência semântica. 3. É importante enfatizar aos estudantes que quaisquer que sejam suas respostas elas têm seu valor e, portanto, não devem ser apagadas.

<p>➤ Para cada mês do ano, preencha com a respectiva estação:</p> <p>O que eu acho</p> <p>Como é</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do conhecimento prévio. 4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>Tipo de aprendizagem:</p> <p>A aprendizagem aqui é mecânica. No tópico “Como é”, os períodos das estações do ano são apresentados aos estudantes para serem retomados em momentos posteriores da aprendizagem significativa.</p>
--	--	--

Atividade 2 (B)		
“Como ocorre a distribuição de chuvas, no decorrer do ano, em Uberlândia?”		
Instruções para o estudante	Princípios utilizados	Instruções para o professor
<p>➤ Neste ano, que mês você acredita que mais irá chover em Uberlândia?</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. 4. Princípio da consolidação. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem pelo erro. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da consolidação é aplicado no momento inicial da atividade ao retomar os pontos principais da aula anterior. 2. O “princípio da reconciliação integradora” (PRI) é aplicado na medida em que as instruções da atividade se diferenciam entre si e é feita a relação desses conceitos com os conceitos mais gerais e inclusivos. A retomada da questão inicial de cada atividade ao longo da própria atividade (em diferenciação progressiva) é uma forma de se aplicar o PRI. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O levantamento de hipóteses é uma etapa da aplicação do princípio da aprendizagem pelo erro.

<p>➤ Neste ano, que mês você acredita que menos irá chover em Uberlândia?</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem pelo erro. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	
<p>➤ O volume de chuvas é medido em milímetros cúbicos (mm³). Cada milímetro cúbico medido representa 1 litro de chuva que caiu em cada metro quadrado. Logo, quantos milímetros cúbicos de chuva você estima que serão medidos no mês que mais irá chover neste ano em Uberlândia?</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem pelo erro. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	
<p>➤ Quantos milímetros cúbicos de chuva você estima que se poderá verificar no mês que menos irá chover neste ano em Uberlândia?</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem 	

	<p>pelo erro.</p> <p>5. Princípio do abandono da narrativa.</p>	
<p>➤ E no ano inteiro? Qual deverá ser o volume total registrado em nossa cidade?</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem pelo erro. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	
<p>➤ Discuta suas respostas com os colegas. Elas foram parecidas com as suas ou foram muito discordantes? Não apague suas respostas!</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio da interação social e do questionamento. 4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 5. Princípio da consciência semântica. 6. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. É possível aplicar o princípio da interação social e do questionamento desde que, nos momentos de discussão dos alunos com os colegas, haja intervenção do professor, de modo a estimulá-los. 2. O princípio da consciência semântica valoriza a percepção de cada pessoa.

<p>➤ Vamos registrar, dia a dia, o volume de chuvas que cai em sua escola, para compararmos os resultados com suas sugestões no final do ano. Para isso, organize com seus colegas uma agenda de divisão de tarefas. Lembre-se de que o bom resultado depende do cuidado que vocês tiverem com as medidas diárias!</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do abandono da narrativa. 	
--	--	--

Atividade 3 (C)		
“Quanto variam as temperaturas, no decorrer do ano, em Uberlândia?”		
Instruções para o estudante	Princípios utilizados	Instruções para o professor
<p>➤ Neste ano, em que mês você acredita que será registrado o maior valor de temperatura em Uberlândia?</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. 4. Princípio da consolidação. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem pelo erro. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da consolidação é aplicado no momento inicial da atividade ao retomar os pontos principais da aula anterior. 2. O princípio da reconciliação integradora (PRI) é aplicado na medida em que as instruções da atividade se diferenciam entre si e é feita a relação desses conceitos com aqueles mais gerais e inclusivos. A retomada da questão inicial de cada atividade ao longo dela própria (em diferenciação progressiva) é uma forma de se aplicar o PRI.

<p>➤ Qual deve ser esse valor (em °C)?</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem pelo erro. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	
<p>➤ Neste ano, em que mês você acredita que será registrado o menor valor de temperatura em Uberlândia?</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem pelo erro. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	
<p>➤ Qual deve ser esse valor (em °C)?</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem 	

	<p>pelo erro.</p> <p>5. Princípio do abandono da narrativa.</p>	
<p>➤ Discuta suas respostas com seus colegas. Elas foram parecidas com as suas ou foram muito discordantes? Não apague suas respostas!</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio da interação social e do questionamento. 4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 5. Princípio da consciência semântica. 6. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da interação social e do questionamento pode ser aplicado com a intervenção do professor ao manter o questionamento como base do diálogo com o estudante em uma linha de raciocínio. 2. O princípio da consciência semântica requer o conhecimento de que a atribuição de significados é uma operação pessoal e intransferível.
<p>➤ Vamos registrar, dia a dia, a temperatura em sua escola, para compararmos os resultados com suas sugestões no final do ano. Para isso, organize com seus colegas uma agenda de divisão de tarefas. Lembre-se de que o bom resultado depende do cuidado que vocês tiverem com as medidas diárias!</p> <p>➤ Você usará uma tabela.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do abandono da narrativa. 	

“Qual caminho o Sol percorre no céu no decorrer de um dia?”		
Instruções para o estudante	Princípios utilizados	Instruções para o professor
<p>➤ Abaixo há uma foto da frente de sua escola. Desenhe o caminho do Sol sobre ela.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. 4. Princípio da consolidação. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do conhecimento prévio. 4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 5. Princípio da aprendizagem pelo erro. 6. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da consolidação é aplicado no momento inicial da atividade ao retomar os pontos principais da aula anterior. 2. O princípio da reconciliação integradora (PRI) é aplicado na medida em que as instruções da atividade se diferenciam entre si e é feita a relação desses conceitos com os aqueles mais gerais e inclusivos. A retomada da questão inicial de cada atividade ao longo dela própria (em diferenciação progressiva) é uma forma de se aplicar o PRI.
<p>➤ Abaixo, há uma foto de sua escola vista de cima. Imagine que você possa ver o Sol passando sobre ela. Desenhe de onde ele vem e para onde ele vai.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do conhecimento prévio. 4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 5. Princípio da aprendizagem pelo erro. 6. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. É muito importante que, após a discussão em pequenos grupos, as discussões das respostas sejam estendidas ao grande grupo (turma), sempre com a mediação do professor, de modo a estimular os questionamentos.

<p>➤ Apresente seu desenho aos colegas. Sua ideia foi parecida com a deles?</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio da interação social e do questionamento. 4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 5. Princípio da consciência semântica. 6. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da interação social e do questionamento podem ser aqui aplicados com a intervenção do professor ao promover o diálogo com o aluno. 2. O princípio da consciência semântica pode ser melhor aplicado com a devida intervenção do professor no sentido de valorizar as percepções individuais, mesmo que estas estejam equivocadas.
<p>➤ Este trabalho necessita que a turma se organize em grupos. Escolha um dia, até o próximo encontro, para fazer as medidas. Vamos considerar que, nos próximos dias, teremos céu claro e sem muitas nuvens. Cada equipe ou participante ficará responsável por marcar, a cada hora, a posição do Sol sobre uma cúpula transparente, que representará o céu sobre nossa escola. Para isso, é preciso usar um pincel para quadro branco. Para encontrar a posição do Sol no céu, é preciso posicionar o pincel sobre a cúpula de tal forma que a sombra de sua ponta coincida com o ponto no centro da semiesfera. Esse ponto vai representar nossa escola. Veja a figura mostrando a posição do pincel.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do abandono da narrativa. 	

Atividade 5 (D2)		
“Qual caminho o Sol percorreu no céu no decorrer de um dia?”		
Instruções para o estudante	Princípios utilizados	Instruções para o professor
<p>➤ Verifique a cúpula transparente após os pontos terem sido unidos. Discuta com seus colegas o resultado obtido e responda às perguntas abaixo:</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. 4. Princípio da consolidação. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio da interação social e do questionamento, 4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da consolidação é aplicado no momento inicial da atividade ao retomar os pontos principais da aula anterior. 2. O princípio da reconciliação integradora (PRI) é aplicado na medida em que as instruções da atividade se diferenciam entre si e é feita a relação desses conceitos com os conceitos mais gerais e inclusivos. A retomada da questão inicial de cada atividade ao longo da própria atividade (em diferenciação progressiva) é uma forma de se aplicar o PRI. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A aplicação do princípio da interação social e do questionamento está vinculada à interação entre os estudantes e o professor, por meio do diálogo fundamentado no questionamento. 2. A aplicação do princípio do aprendiz como preceptor/representador requer que os estudantes sejam estimulados para além da recepção, ou seja, que a expressão da percepção e da representação de suas ideias seja estimulada.
<p>➤ A trajetória do Sol sobre a escola foi a esperada por você? Confira com o desenho que você fez na Atividade D1.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio do conhecimento prévio. 2. Princípio da não centralidade do livro de texto. 3. Princípio da não utilização do quadro de giz. 4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 5. Princípio da aprendizagem 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. É muito importante que, após a discussão em pequenos grupos, as discussões das respostas sejam estendidas ao grande grupo (turma), sempre com a mediação do professor, de modo a estimular os questionamentos. 2. O princípio da aprendizagem pelo erro é aplicado na etapa da verificação das hipóteses.

	<p>pelo erro.</p> <p>6. Princípio do abandono da narrativa.</p>	
<p>➤ O Sol passou verticalmente sobre a escola, ou seja, passou pelo ponto mais alto do céu no local (zênite)?</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio do conhecimento prévio. 2. Princípio da não centralidade do livro de texto. 3. Princípio da não utilização do quadro de giz. 4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 5. Princípio da aprendizagem pelo erro. 6. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio do conhecimento prévio aqui aplicado refere-se também à discussão estimulada pelo professor em relação às respostas dos estudantes na atividade anterior respectiva a esse tópico e também aos dados coletados no experimento da cúpula.
<p>➤ Encontre o ponto mais alto que Sol atingiu na cúpula. Que horário provável isso ocorreu?</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio do conhecimento prévio. 2. Princípio da não centralidade do livro de texto. 3. Princípio da não utilização do quadro de giz. 4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio do conhecimento prévio aqui aplicado refere-se também à discussão estimulada pelo professor baseando-se nos dados coletados na entrevista inicial e nos dados coletados no experimento da cúpula.

<p>➤ Pense sozinho: Se esta experiência for realizada em quatro diferentes momentos do ano, como você acha que será o caminho do Sol em cada situação? Desenhe a sua resposta.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio do conhecimento prévio. 2. Princípio da não centralidade do livro de texto. 3. Princípio da não utilização do quadro de giz. 4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 5. Princípio da aprendizagem pelo erro. 6. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da aprendizagem pelo erro é empregado neste momento como uma etapa de levantamento de hipóteses.
--	---	--

Atividade 6 (E1)		
“Como se comporta a sombra de uma haste no decorrer de um dia?”		
Instruções para o estudante	Princípios utilizados	Instruções para o professor
<p>➤ Uma haste foi fixada num local aberto, num dia ensolarado, conforme o desenho abaixo. Agora, observe a haste por cima e desenhe as sombras que ela terá no decorrer de um dia.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. 4. Princípio da consolidação. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem pelo erro. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da consolidação é aplicado no momento inicial da atividade ao retomar os pontos principais da aula anterior. 2. O princípio da reconciliação integradora (PRI) é aplicado na medida em que as instruções da atividade se diferenciam entre si e é feita a relação desses conceitos com aqueles mais gerais e inclusivos. A retomada da questão inicial de cada atividade ao longo da própria atividade (em diferenciação progressiva) é uma forma de se aplicar o PRI.

<p>➤ Mostre seu desenho aos colegas de seu grupo. Foi parecido com o seu? Discutam suas opiniões.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio da interação social e do questionamento. 4. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 5. Princípio da consciência semântica. 6. Princípio da aprendizagem pelo erro. 7. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Momento favorável à aplicação do princípio da interação social e do questionamento por meio da interação professor-aluno. 2. O princípio da aprendizagem pelo erro apresenta-se no momento do refinamento de hipóteses.
<p>➤ Este trabalho necessita que a turma se organize em grupos. Escolham um dia, até o próximo encontro, para fazerem as medidas. Vamos considerar que, nos próximos dias, teremos céu claro e sem muitas nuvens. Cada equipe ou participante ficará responsável, por exemplo, por marcar, a cada hora, a sombra da haste fixada no pátio da escola. Utilizem giz para marcar as sombras no piso. Ao final, registrem o resultado com uma foto, que será utilizada no próximo encontro.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio do abandono da narrativa. 	

Atividade 7 (E2)		
“Como se comportou a sombra de uma haste no decorrer de um dia?”		
Instruções para o estudante	Princípios utilizados	Instruções para o professor
<p>➤ Se as marcações da atividade anterior ainda estiverem lá, voltem para verificar o resultado. Também podemos usar a foto, que deverá ser colada no espaço abaixo.</p> <p>➤ Com base no que foi observado, discuta com seus colegas o resultado obtido e responda às perguntas abaixo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A sombra foi sempre igual no decorrer do dia? • Se não, em qual(is) horário(s) ela(s) foi(ram) maior(es)? E menor(es)? <p>Maior às: Menor às:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teve algum horário em que a haste não teve sombra? (desconsiderando o período noturno). 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. 4. Princípio da consolidação. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio do conhecimento prévio. 2. Princípio da não centralidade do livro de texto. 3. Princípio da não utilização do quadro de giz. 4. Princípio da interação social e do questionamento. 5. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 6. Princípio da consciência semântica. 7. Princípio da aprendizagem pelo erro. 8. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da consolidação é aplicado no momento inicial da atividade ao retomar os pontos principais da aula anterior. 2. O princípio da reconciliação integradora (PRI) é aplicado na medida em que as instruções da atividade se diferenciam entre si e é feita a relação desses conceitos com aqueles mais gerais e inclusivos. A retomada da questão inicial de cada atividade ao longo dela própria (em diferenciação progressiva) é uma forma de se aplicar o PRI. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio do conhecimento prévio aqui aplicado refere-se também à discussão estimulada pelo professor baseando-se nos dados coletados na entrevista inicial e nos dados coletados no experimento da cúpula. 2. Momento favorável à aplicação do princípio da interação social e do questionamento por meio da intervenção do professor fomentador do diálogo questionador. 3. O princípio da aprendizagem pelo erro é aplicado neste momento como confirmação/refutação de hipóteses.
<p>➤ Pense sozinho e responda: O que acontece com as sombras se a intensidade da luz mudar?</p> <p>➤ Se esta experiência for realizada daqui a dois meses, os tamanhos das sombras serão os mesmos que os registrados nesta experiência?</p> <p>➤ E se esta mesma experiência for repetida em meados de outubro?</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da desaprendizagem é aplicado ao se enfatizar o efeito da variação da intensidade da luz sobre a variação da nitidez da sombra em contraposição à concepção alternativa do aumento/diminuição da sombra e do aumento/diminuição da intensidade luminosa.

	perceptor/representador. 4. Princípio da desaprendizagem. 5. Princípio do abandono da narrativa.	
--	--	--

Atividade 8 (E3)		
“Algum tempo depois, como se comporta a sombra de uma haste no decorrer de um dia?”		
Instruções para o estudante	Princípios utilizados	Instruções para o professor
<p>➤ Pense sozinho: Volte à Atividade E2 e relembre qual a trajetória do Sol obtida com as sombras da haste no decorrer de um dia. Lá, você respondeu o que pensou que ocorreria com a sombra de uma haste após alguns meses. É hora de verificarmos!</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. 4. Princípio da consolidação. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem pelo erro. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da consolidação é aplicado no momento inicial da atividade ao retomar os pontos principais da aula anterior. 2. O princípio da reconciliação integradora (PRI) é aplicado na medida em que as instruções da atividade se diferenciam entre si e é feita a relação desses conceitos com os conceitos mais gerais e inclusivos. A retomada da questão inicial de cada atividade ao longo dela própria (em diferenciação progressiva) é uma forma de se aplicar o PRI. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da aprendizagem pelo erro é aplicado como teste de hipótese.
<p>➤ Novamente, faremos esta atividade em grupos de trabalho. Escolham um dia, até o próximo encontro, para fazerem as medidas. Vamos considerar que, nos próximos dias, teremos céu claro e sem muitas nuvens. Cada equipe ou participante ficará responsável por marcar, a cada hora, a sombra de uma haste fixada no pátio da escola. Utilizem giz para marcar as sombras no piso. Ao final, registrem o resultado com uma foto.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. É muito importante que, após a discussão em pequenos grupos, as discussões das respostas sejam estendidas ao grande grupo (turma), sempre com a mediação do professor, de modo a estimular os questionamentos.

<p>➤ Se as marcações da atividade anterior ainda estiverem lá, voltem para verificar o resultado. Também podemos usar a foto, que deverá ser colada no espaço abaixo.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem pelo erro. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da aprendizagem pelo erro é aplicado como teste de hipótese.
<p>➤ Com base no que foi observado, discuta com seus colegas o resultado obtido e responda às perguntas abaixo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O que acontece com as sombras se a intensidade da luz aumentar ou diminuir? • As sombras obtidas possuem a mesma orientação e tamanho que as encontradas na Atividade E1? • Qual a conclusão a que seu grupo chegou até o momento? 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio do conhecimento prévio. 2. Princípio da não centralidade do livro de texto. 3. Princípio da não utilização do quadro de giz. 4. Princípio da interação social e do questionamento. 5. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 6. Princípio da aprendizagem pelo erro. 7. Princípio da desaprendizagem. 8. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da interação social e do questionamento pode ser muito bem aplicado neste momento da atividade ao se estabelecer o diálogo professor-aluno fundamentado no questionamento. 2. O princípio da aprendizagem pelo erro é aplicado como teste de hipótese. 3. O princípio da desaprendizagem é aplicado ao se enfatizar o efeito da variação da intensidade da luz sobre a variação da nitidez da sombra em contraposição à concepção alternativa do aumento/diminuição da sombra e do aumento/diminuição da intensidade luminosa.

Atividade 9 (E4)		
“Mais algum tempo depois, como se comporta a sombra de uma haste no decorrer de um dia?”		
Instruções para o estudante	Princípios utilizados	Instruções para o professor
<p>➤ Pense sozinho: Volte às atividades E1 e E2 e lembre qual a trajetória da sombra do Sol no decorrer de um dia no início do ano e por volta do mês de maio. Também na Atividade E2, você respondeu o que pensou que ocorreria com a sombra de uma haste por volta do mês de outubro. É hora de verificarmos!</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. 4. Princípio da consolidação. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio da aprendizagem pelo erro. 4. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da consolidação é aplicado no momento inicial da atividade ao retomar os pontos principais da aula anterior. 2. O princípio da reconciliação integradora (PRI) é aplicado na medida em que as instruções da atividade se diferenciam entre si e é feita a relação desses conceitos com os conceitos mais gerais e inclusivos. A retomada da questão inicial de cada atividade ao longo da própria atividade (em diferenciação progressiva) é uma forma de se aplicar o PRI. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da aprendizagem pelo erro é utilizado com a verificação da validade das hipóteses.
<p>➤ Novamente, faremos esta atividade em grupos de trabalho. Escolham um dia, até o próximo encontro, para fazerem as medidas. Vamos considerar que, nos próximos dias, teremos céu claro e sem muitas nuvens. Cada equipe ficará responsável por marcar, a cada hora, a sombra de uma haste fixada no pátio da escola. Utilizem giz para marcar. Ao final, registrem o resultado com uma foto.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. É muito importante que, após a discussão em pequenos grupos, as discussões das respostas sejam estendidas ao grande grupo (turma), sempre com a mediação do professor, de modo a estimular os questionamentos.

<p>➤ Se as marcações da atividade anterior ainda estiverem lá, voltem para verificar o resultado. Também podemos usar a foto, que deverá ser colada no espaço abaixo.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do abandono da narrativa. 	
<p>➤ Com base no que foi observado, discuta com seus colegas o resultado obtido e responda às perguntas abaixo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • As sombras obtidas possuem a mesma orientação e tamanho que as encontradas nas atividades E1 e E3? • Qual a conclusão a que você e seu grupo chegaram sobre o comportamento das sombras da haste no decorrer do ano? 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio do conhecimento prévio. 2. Princípio da não centralidade do livro de texto. 3. Princípio da não utilização do quadro de giz. 4. Princípio da interação social e do questionamento. 5. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 6. Princípio da consciência semântica. 7. Princípio da aprendizagem pelo erro. 8. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>Tipo de aprendizagem: Predominantemente significativa combinatória no item 2.</p> <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio do conhecimento prévio é aplicado confrontando-se os novos conhecimentos com os conhecimentos prévios dos estudantes adquiridos em atividades anteriores. 2. Momento propício para a aplicação do princípio da interação social e do questionamento. Recomenda-se que o professor estimule o diálogo questionador dos estudantes para que se propicie a aprendizagem significativa crítica.

Atividade 10 (D3)		
“No decorrer de um ano, qual caminho o Sol percorreu diariamente no céu?”		
Instruções para o estudante	Princípios utilizados	Instruções para o professor
<p>➤ Voltemos às datas marcadas na Atividade D2. Retomemos a cúpula para comparar os resultados obtidos. Registre-os no esquema abaixo.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. 4. Princípio da consolidação. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem pelo erro. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da consolidação é aplicado no momento inicial da atividade ao retomar os pontos principais da aula anterior. 2. O princípio da reconciliação integradora (PRI) é aplicado na medida em que as instruções da atividade se diferenciam entre si e é feita a relação desses conceitos com os conceitos mais gerais e inclusivos. A retomada da questão inicial de cada atividade ao longo da própria atividade (em diferenciação progressiva) é uma forma de se aplicar o PRI.
<p>➤ Compare sua resposta com suas ideias apresentadas na Atividade D2. Foram os resultados esperados? Após compará-los, responda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O que ocorre com a trajetória diária do Sol no decorrer do ano? • Por que isso ocorre? • Qual a relação que isso tem com a duração do dia? • Qual a relação que os dados das fotos têm com as estações do ano? 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio do conhecimento prévio. 2. Princípio da não centralidade do livro de texto. 3. Princípio da não utilização do quadro de giz. 4. Princípio da interação social e do questionamento. 5. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 6. Princípio da aprendizagem pelo erro. 7. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>Tipo de aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Predominantemente significativa proposicional e significativa superordenada no item 1. ✓ Predominantemente significativa proposicional no item 2. ✓ Predominantemente significativa proposicional e significativa subordinada no item 3. ✓ Predominantemente significativa subordinada e significativa combinatória no item 4. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio do conhecimento prévio é aplicado tanto na relação que se estabelece entre os pontos cardeais e a trajetória do Sol ao longo do ano quanto na relação do período das estações do ano (conhecimento anterior) com os dados obtidos com a cúpula para a trajetória anual do Sol (novo conhecimento). 2. Momento favorável à aplicação do princípio da interação social e do questionamento.

Atividade 11 (A2)		
“Quais nossas conclusões sobre as chuvas, temperaturas e paisagens no decorrer do ano em Uberlândia?”		
Instruções para o estudante	Princípios utilizados	Instruções para o professor
<p>➤ É momento de analisarmos os dados da tabela de temperatura e volume de chuvas construída ao longo do ano. Se os dados foram obtidos cuidadosamente, podemos obter interessantes resultados.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. 4. Princípio da consolidação. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio da aprendizagem pelo erro. 4. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio da consolidação é aplicado no momento inicial da atividade ao retomar os pontos principais da aula anterior. 2. O princípio da reconciliação integradora (PRI) é aplicado na medida em que as instruções da atividade se diferenciam entre si e é feita a relação desses conceitos com os conceitos mais gerais e inclusivos. A retomada da questão inicial de cada atividade ao longo da própria atividade (em diferenciação progressiva) é uma forma de se aplicar o PRI.
<p>➤ Volte à Atividade B e verifique o maior e o menor valor de volume de chuvas sugeridos por você, além do total do volume de chuvas até o momento. Confira também os meses em que tais valores foram registrados. Esses dados conferem com suas ideias iniciais? Analise o resultado até o momento usando o gráfico preenchido durante todo o ano.</p>	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da não centralidade do livro de texto. 2. Princípio da não utilização do quadro de giz. 3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 4. Princípio da aprendizagem pelo erro. 5. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. É muito importante que, após a discussão em pequenos grupos, as discussões das respostas sejam estendidas ao grande grupo (turma), sempre com a mediação do professor, de modo a estimular os questionamentos.

<p>➤ Volte à Atividade C e verifique o valor máximo e o valor mínimo de temperatura sugeridos. Confira também os meses em que tais valores foram registrados. Esses dados conferem com suas ideias iniciais? Analise o resultado até o momento usando o gráfico preenchido durante todo o ano.</p> <p>➤ Após analisar os dados, responda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que relação você percebe entre os valores máximos e mínimos de temperatura em relação às estações do ano? • Que relação você percebe entre os valores máximos e mínimos de temperatura em relação à trajetória do Sol? • Que relação você percebe entre os valores máximos e mínimos de volume de chuvas e as estações do ano? 	<p>TAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio da diferenciação progressiva. 2. Princípio da reconciliação integradora. 3. Princípio da organização sequencial <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Princípio do conhecimento prévio. 2. Princípio da não centralidade do livro de texto. 3. Princípio da não utilização do quadro de giz. 4. Princípio da interação social e do questionamento. 5. Princípio do aprendiz como perceptor/representador. 6. Princípio da consciência semântica. 7. Princípio da aprendizagem pelo erro. 8. Princípio do abandono da narrativa. 	<p>Tipo de aprendizagem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Predominantemente significativa subordinada no item 1. ✓ Predominantemente significativa subordinada no item 2. ✓ Predominantemente significativa subordinada no item 3. ✓ Predominantemente significativa subordinada no item 4. <p>TASC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O princípio do conhecimento prévio é aplicado incentivando-se a busca da relação entre os dados de temperatura anual (conhecimento novo) em relação aos períodos das estações do ano (conhecimento anterior) e em relação à trajetória do Sol ao longo do ano (conhecimento novo) e também da relação entre os dados de volumes de chuva (conhecimento novo) e os períodos das estações do ano (conhecimento anterior). 2. Momento favorável à aplicação do princípio da interação social e do questionamento.
--	---	--

3.1 Resultados da implementação da proposta com estudantes da Educação Básica

3.1.1 Análise das atividades

A sequência didática aplicada aos estudantes participantes desta pesquisa é resultante de uma proposta de ensino voltada para a aprendizagem significativa e teve na mudança de referencial no ensino das estações do ano – do heliocêntrico para o topocêntrico – a tônica para a necessária aproximação do tema com o cotidiano deles. A aplicação da sequência didática trouxe como resultados alguns pontos relevantes para a análise aqui empreendida desde as primeiras atividades.

Na sequência didática, não foi prevista a utilização de qualquer organizador prévio, mas, no transcorrer da Atividade E2, foi identificada a necessidade de uma aproximação maior dos estudantes com o fenômeno observável da variação da trajetória solar expressa na cúpula acrílica, para que eles entendessem as estações do ano a partir do efeito direto do calor na superfície terrestre. Foi idealizada uma aula extra para a consolidação de conceitos que utilizassem o recurso do organizador prévio do tipo “demonstração”, que consta na metodologia de aplicação da Atividade E (Apêndice C) e que se constituía de uma fonte de

luz (lâmpada) que era posicionada em diferentes inclinações e a uma mesma distância em relação à palma da mão de voluntários. Notou-se que, conforme se mudava a inclinação, o calor percebido na palma da mão também mudava, aumentando à medida que a fonte da perpendicular ficava mais próxima. Outro organizador prévio do tipo “demonstração” utilizado nessa aula foi uma lâmpada de brilho variável para verificar projeções de sombra de um gnômon.

Para considerar a análise de cada uma das atividades, começemos pela primeira aplicada, a Atividade 1 (A1) – “Estações do ano”. Nessa atividade, foi explicado aos participantes do curso a importância dos registros individuais de suas ideias e que eles não deveriam se preocupar em oferecer respostas corretas. Apesar dessa explicação, ficou evidente que o comportamento deles foi o de consultar o colega em suas respostas. Acreditamos que mudar os hábitos dos alunos para que deixem de buscar a resposta correta com o colega e passem a valorizar as próprias ideias é, sem dúvida, uma ação que não deve ser esperada como um resultado imediato, uma vez que, durante toda a sua vida escolar, a supervalorização das ideias “corretas” esteve presente, seja na correção de exercícios com base na resposta do livro didático, seja na anotação fiel da fala do professor como uma única resposta correta. Dessa forma, destinar um momento para o pensamento individual e outro para que eles expressassem seus pensamentos em debates com seus pares foi um marco dessa proposta de ensino e muito enfatizado nessa atividade em especial. Outro ponto de destaque é que, em meio a alguns questionamentos, não foram fornecidas respostas imediatas. As questões foram tratadas com novos questionamentos, conforme o princípio da interação social e do questionamento da aprendizagem significativa crítica.

Na Atividade 2 (B1) – “Chove chuva!” –, foram feitas simulações para a coleta de dados em pluviômetros, primeiramente, pelo professor, depois, pelos estudantes em grupos, com amostras em quantidades diferentes de água. A estratégia de diferenciar as quantidades de água permitiu a destinação de um problema para cada grupo de estudantes. Foi uma atividade bastante envolvente, pois a maioria dos estudantes sentiu-se motivada para expressar sua opinião a respeito da temática tratada na aula. Além disso, com a utilização de materiais didáticos manuseáveis e disponíveis aos grupos de estudantes, tais como o próprio pluviômetro, foi notável o interesse dos alunos em realizar as medidas.

Na Atividade 3 (C1) – “Esquenta, esfria!” –, também houve utilização do termômetro com simulação de medida de temperatura. Apesar de essa atividade ser similar à anterior, ela não provocou tanto interesse nos alunos, provavelmente por estarem mais acostumados ao equipamento no cotidiano.

Na Atividade 4 (D1) – “Por onde anda o Sol” –, notamos a permanente dificuldade dos estudantes em praticar o pensamento individual. Provocar a fala dos aprendizes foi tarefa árdua. Uma estratégia utilizada foi categorizar as respostas agrupando-as e chamando os estudantes para votarem as alternativas levantadas por alguns deles. Essa atividade também fez uso de material didático manuseável, no caso, a cúpula de acrílico transparente. Alguns estudantes apresentaram resistência à participação, mesmo com o estímulo do professor e da própria atividade.

A Atividade 5 (D2) – “Por onde anda o Sol” –, foi a primeira em que os dados coletados pelos estudantes foram usados. Nessa atividade, fizemos simulações da trajetória do Sol com a utilização da cúpula de acrílico. No momento dessa simulação, o professor convidou os estudantes para que se aproximassem para uma melhor visualização, mas muitos deles permaneceram sentados em seus lugares, dando pouca importância a algo que consideramos de difícil compreensão sem a intervenção didática do professor. Nessa mesma atividade e em outros momentos, os estudantes que estavam alheios à aula começaram a participar espontaneamente. Há que se levar em conta que a maioria das atividades ocorreram após o término de suas aulas regulares na escola e que as condições de cansaço físico e mental interferem no mecanismo de aprendizagem significativa.

A Atividade 6 (E1) – “Sol, sombras e ideias” – possibilitou aos estudantes pensarem na trajetória do Sol por meio da sombra de uma haste vertical. Nesse processo de imaginação, ainda em sala de aula, um dos alunos utilizou a lanterna do próprio celular para simular a luz do Sol e uma caneta para simular o gnômon. Essa atitude espontânea por parte do estudante é evidência de atribuição de significados à sua aprendizagem e indício de utilização do mecanismo de aprendizagem significativa.

A Atividade 7 (E2) – “Sol, sombras e ideias” – também contou com a utilização da cúpula na simulação da trajetória do Sol para comparar as trajetórias em diferentes dias. Foi utilizado também o globo terrestre no referencial topocêntrico para a simulação da sombra do gnômon ao longo do dia. Essa atividade apresentou uma diversificação de material instrucional. Em geral, houve resistência dos alunos nos registros das atividades, ou seja, via de regra, eles eram muito concisos em suas respostas, sendo necessária a intervenção do professor para que houvesse mais dados para lhe servirem de diagnóstico.

A questão “O que se move, a Terra ou o Sol?” foi uma indagação que gerou muitas dúvidas. Há muita dificuldade dos alunos em perceber que o movimento é relativo ao referencial adotado. Essa questão foi retomada várias vezes ao longo das atividades posteriores, tendo o professor o papel de alternar os referenciais topocêntrico e heliocêntrico,

e aprofundar os questionamentos. Foi um exercício cognitivo de grande impacto, pois as questões remetiam a fatos comumente observáveis no dia a dia dos estudantes e que eles consideravam irrelevantes ou ainda não haviam pensado em tais questões anteriormente. Para citar um exemplo, ao compararem a sombra de um gnômon em um globo terrestre com a sombra do gnômon instalado no pátio da escola, os alunos tiveram que colocar o eixo do globo terrestre de tal forma que as duas sombras fossem compatíveis e, quando isso foi feito, para surpresa deles, o eixo não tinha a inclinação apresentada nos globos terrestres encontrados em bibliotecas e livrarias, o que fez surgir a pergunta: “Os globos terrestres vendidos nas lojas estão errados?”, provocando um raro momento de silêncio.

Na Atividade 8 (E3) – “Sol, sombras e ideias” –, foram feitas simulações na cúpula tomando por base as trajetórias obtidas nas coletas de dados efetuadas pelos estudantes. Essas simulações foram extensamente relacionadas às estações do ano. Foram realizadas simulações usando uma lâmpada colocada na palma da mão dos voluntários em diferentes inclinações e à mesma distância para que eles experimentassem a sensação térmica do aquecimento em suas mãos e a relacionassem às diferentes trajetórias do Sol ao longo do ano. Com uma incidência mais próxima à perpendicular, havia um maior aquecimento, ao passo que, quando a lâmpada era colocada tendo em vista as trajetórias mais oblíquas do Sol, verificava-se um menor aquecimento das mãos. Em atividades posteriores – por exemplo, na Atividade 9 (E4) – de marcação de dados na cúpula, alguns estudantes fizeram referências ao experimento da lâmpada quando se referiam às estações verão e inverno. A relação entre o frio e a chuva foi recorrente para alguns estudantes, mesmo após a exposição de dados experimentais.

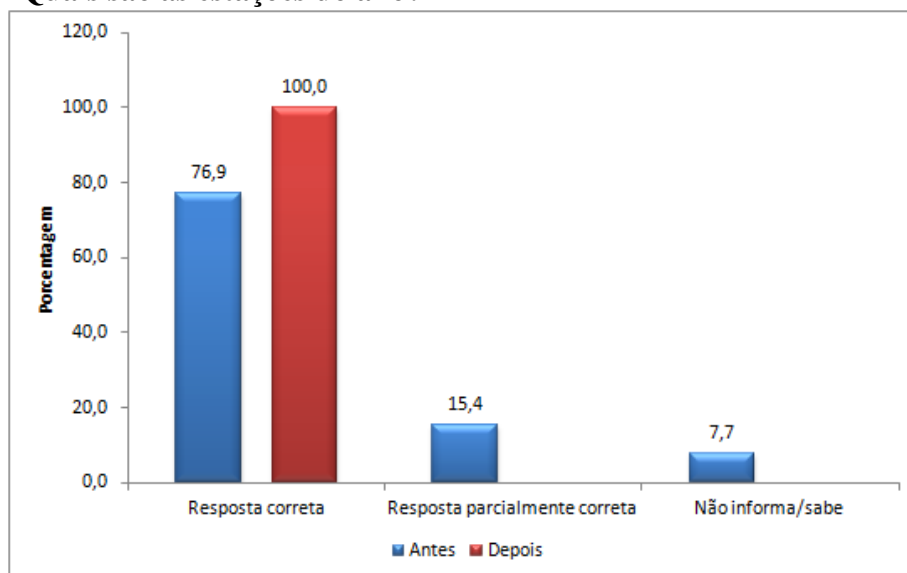
Nas atividades de fechamento de dados mensais (atividades 10 e 11), ao analisarmos os dados de temperatura e os pluviométricos, foi verificado pelos estudantes que o mês com menor temperatura média também foi o mês com menor quantidade de chuva. Esse fato vai contra as ideias iniciais da maioria deles, que relaciona a sensação de frio ao período chuvoso. Apesar disso, o resultado das entrevistas finais mostrou que cerca de 18% dos estudantes ainda associavam o inverno às chuvas.

3.1.2 Análise das entrevistas

As entrevistas foram aplicadas novamente aos 13 estudantes que concluíram o curso. A primeira questão do roteiro de entrevistas (Apêndice E) pode ser verificada no Gráfico 7, em que o conhecimento dos alunos sobre a existência das quatro estações e de seus

respectivos nomes (verão, outono, inverno e primavera) foi otimizado para a totalidade dos participantes finalistas desse experimento pedagógico:

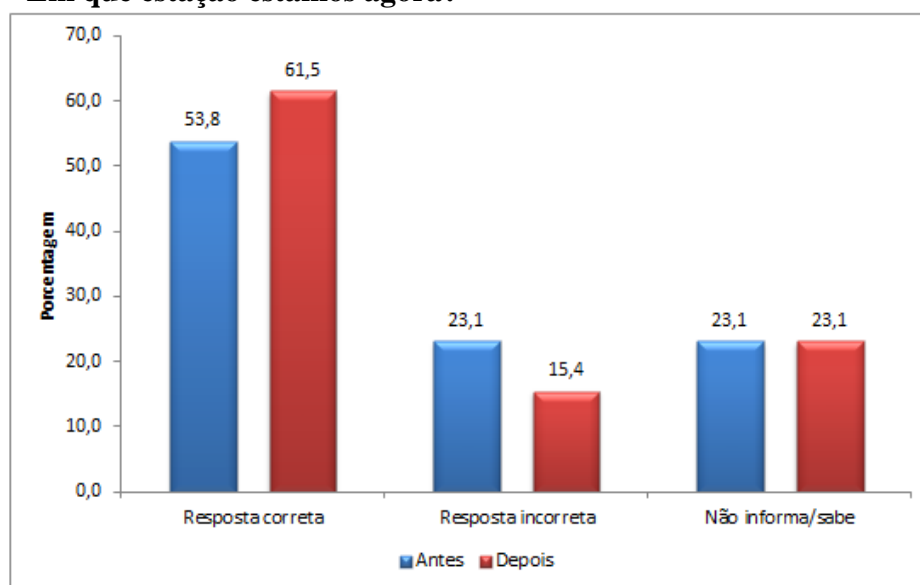
Gráfico 7 – Quais são as estações do ano?



Fonte: Elaborado pelo autor.

A segunda questão refere-se à estação do ano correspondente ao momento da entrevista final. Os dados apresentaram uma ligeira melhora em relação aos dados quantificados na entrevista inicial. Além disso, uma parcela de 23,1% dos estudantes não identificou ou informou a referida estação, conforme se vê no Gráfico 8:

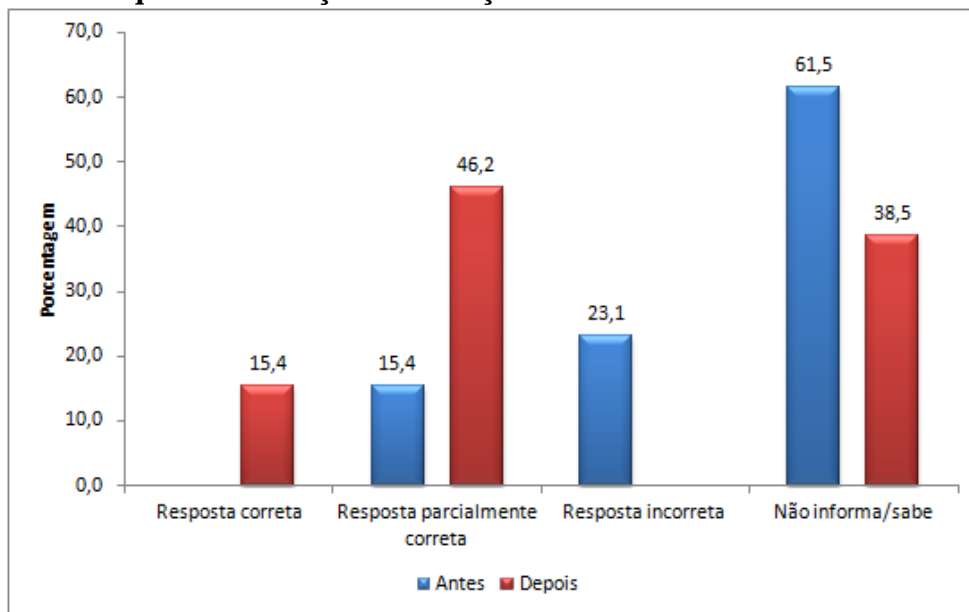
Gráfico 8 – Em que estação estamos agora?



Fonte: Elaborado pelo autor.

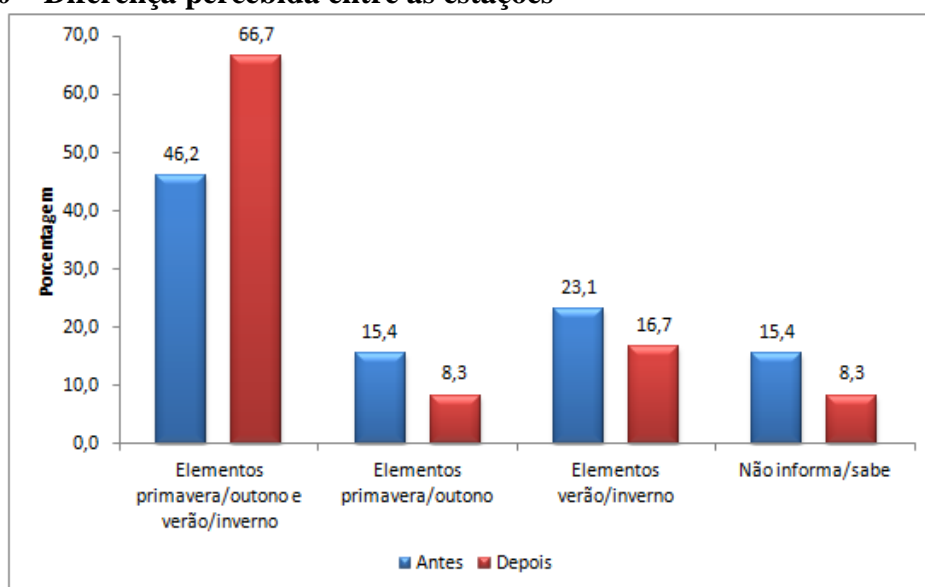
Outra questão apresentada diz respeito ao mês de início de cada estação. Na primeira entrevista, 61,5% dos estudantes não informaram ou não sabiam em que mês se daria tal mudança e 23,1% responderam de forma incorreta. Após a aplicação da sequência didática, 15,4% dos estudantes apresentaram respostas corretas e 46,2% responderam de maneira parcialmente correta:

Gráfico 9 – Em que mês começa cada estação do ano?



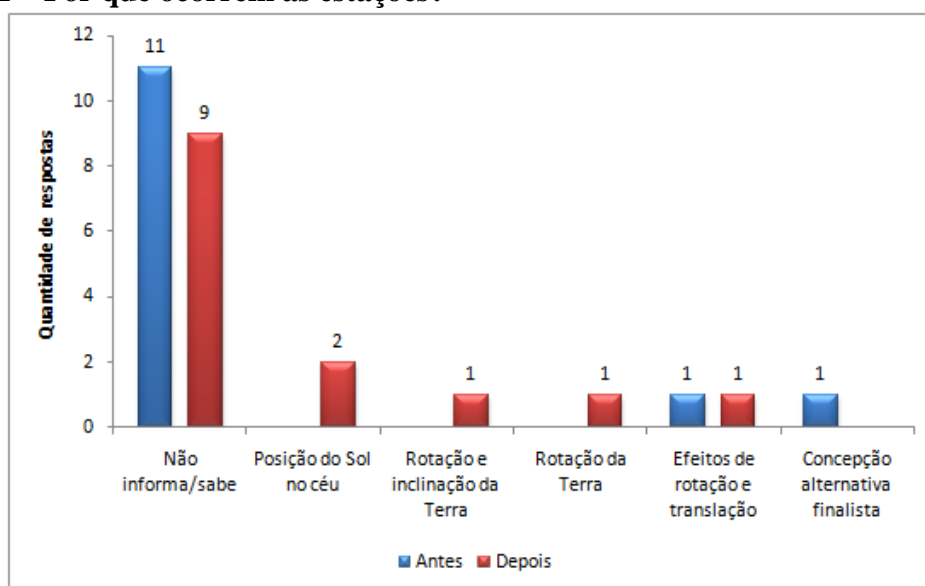
Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto às diferenças percebidas pelos estudantes em relação às estações do ano, 66,7% mencionaram as características das quatro estações, o que foi respondido, nas entrevistas iniciais, por apenas 46,2% deles. Além disso, todas as demais categorias levantadas consideradas não desejáveis para a aprendizagem diminuíram, incluindo a parcela de estudantes que não responderam ou declararam não saber a resposta para a questão:

Gráfico 10 – Diferença percebida entre as estações

Fonte: Elaborado pelo autor.

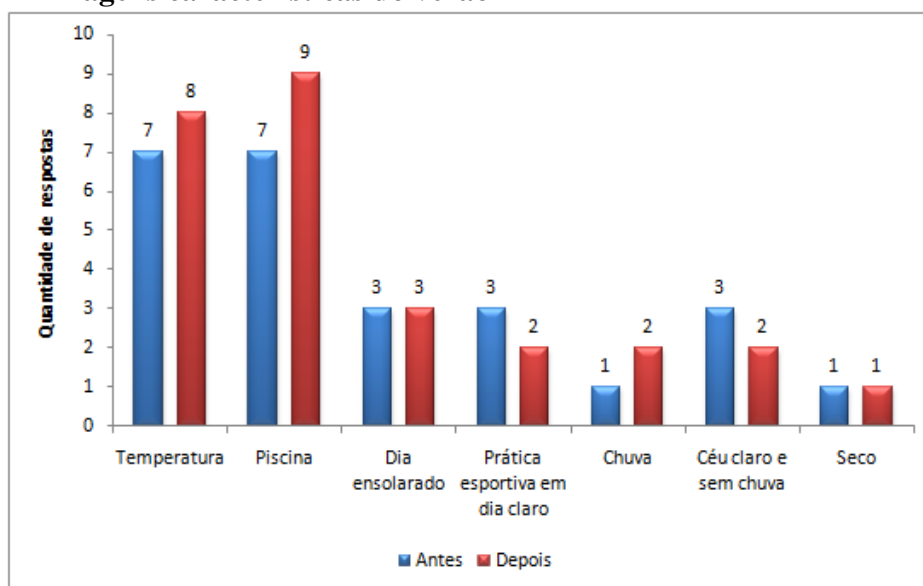
Na questão relativa à causa das estações do ano, houve uma redução no número dos estudantes que não souberam responder em relação às entrevistas iniciais. Soma-se a isso o fato de que todas as demais respostas podem ser consideradas ao menos parcialmente corretas, com características tanto do referencial heliocêntrico quanto do referencial topocêntrico. É relevante notar também que as concepções alternativas não foram citadas:

Gráfico 11 – Por que ocorrem as estações?

Fonte: Elaborado pelo autor.

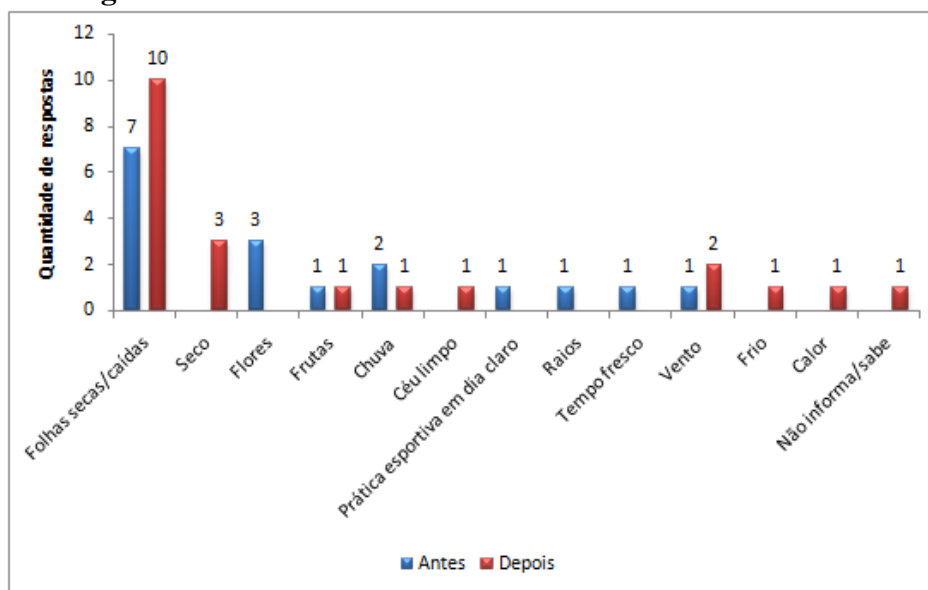
Na questão em que foram expostas imagens diversas aos estudantes para que eles escolhessem as que correspondiam especificamente ao verão, a maior parte o associa a figuras relacionadas à temperatura elevada, seja de maneira direta, como a categoria “temperatura”, seja de maneira indireta, como as categorias “piscina” e “dia ensolarado”. Além disso, houve uma elevação no número de estudantes que mencionaram “chuva” como uma característica do verão, o que demonstra aprendizagem com as atividades desenvolvidas.

Gráfico 12 – Imagens características do verão



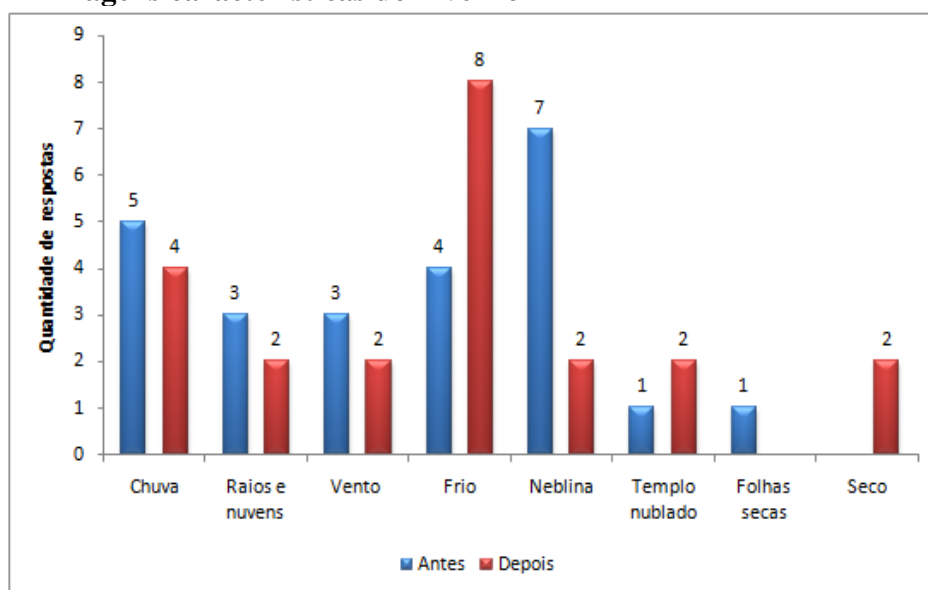
Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar de as atividades não estarem voltadas para a observação e a coleta de dados de aspectos da paisagem, para a questão relativa ao outono, foi observado um aumento do número de respostas na categoria “folhas secas/caídas” como uma característica dessa estação. Nenhuma imagem relacionada a flores foi mencionada, ao contrário da entrevista inicial.

Gráfico 13 – Imagens características do outono

Fonte: Elaborado pelo autor.

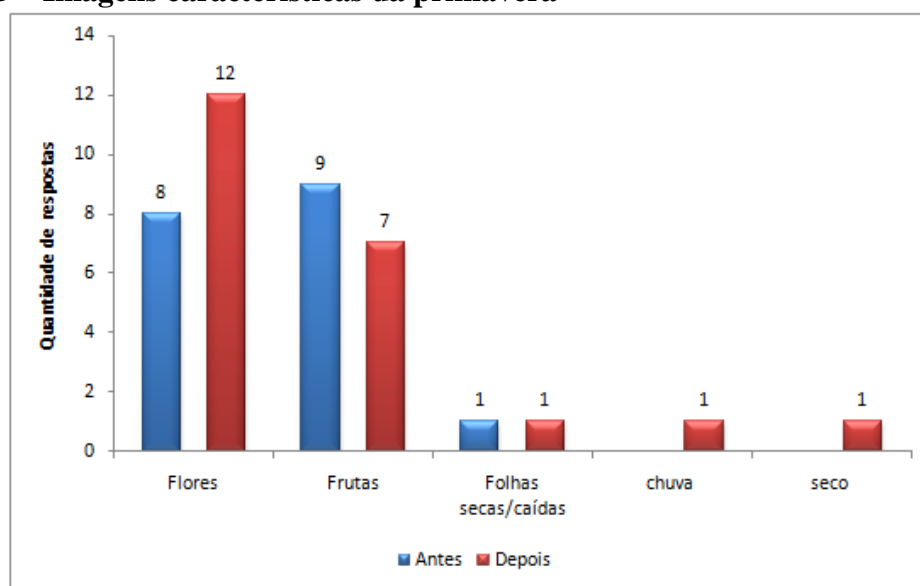
A estação inverno foi caracterizada com imagens relativas ao frio de maneira direta na própria categoria “frio”, e de maneira indireta na categoria “neblina”, com forte diminuição desta última. Deve-se destacar o surgimento de respostas relacionadas à diminuição das chuvas, como a categoria “seco”, o que pode ser considerado como um desacoplamento do binômio chuva-frio, como destacamos em outro momento.

Gráfico 14 – Imagens características do inverno

Fonte: Elaborado pelo autor.

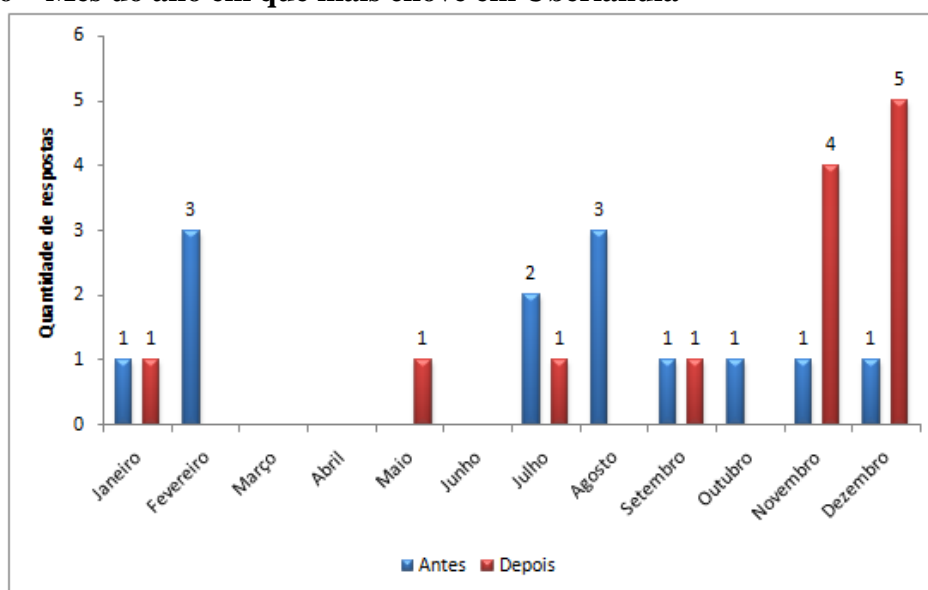
Assim como relatado para o outono, na questão relativa à primavera, foi constatado um aumento de respostas para a categoria “flores” sem que fossem tratados nas atividades aspectos relacionados à observação e coleta de dados da paisagem nas estações. Tal como mencionado anteriormente, Ausubel (2003) explica que, quando o estudante não encontra o subsunçor adequado em sua estrutura cognitiva, ele tende a fazer uso do subsunçor mais próximo possível. No caso da primavera, o que é amplamente divulgado nos livros e outras mídias são imagens de flores e, no caso do outono, imagens de árvores desfolhadas.

Gráfico 15 – Imagens características da primavera



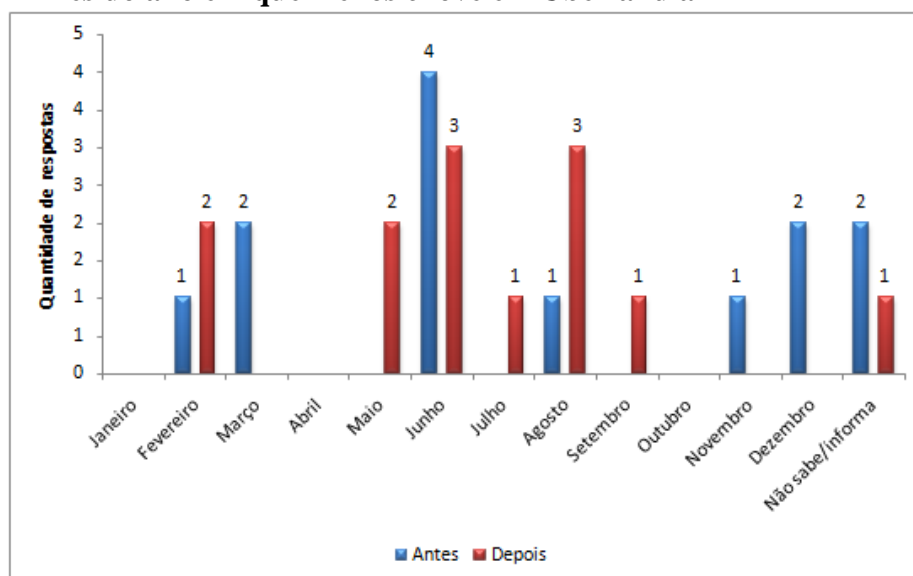
Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o curso, houve um aumento vertiginoso das respostas que citavam o mês de dezembro como o mais chuvoso em Uberlândia. Seguido pelo mês de novembro, dezembro foi o mês de realização das entrevistas finais, o que nos leva a crer que os estudantes levaram em conta as observações do ambiente no momento da entrevista e não a análise dos gráficos de coleta de dados, já que os meses de janeiro e fevereiro foram praticamente desconsiderados. Tal fato também é verificado pela diminuição drástica da citação dos meses de julho e agosto, o que se justifica, novamente conforme Ausubel (2003), pela ausência na estrutura cognitiva dos subsunçores relevantes disponíveis. Esses subsunçores seriam os relativos ao período da estação verão e à trajetória do Sol nessa estação, bem como sua relação com a formação de nuvens de chuva, não explorada de maneira direta no curso.

Gráfico 16 – Mês do ano em que mais chove em Uberlândia

Fonte: Elaborado pelo autor.

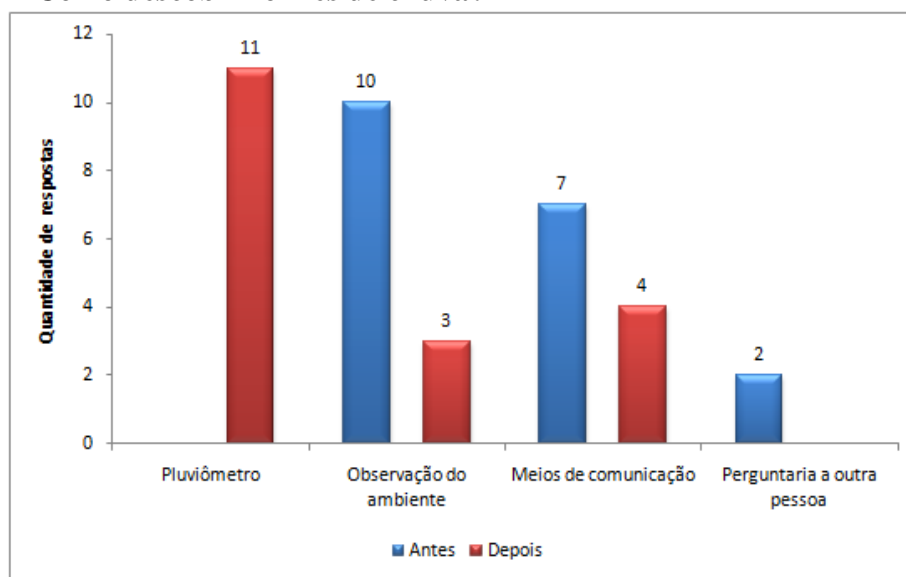
A questão relativa ao mês de menor precipitação pluviométrica revelou que os meses de junho e agosto dividiram a opinião dos estudantes nas entrevistas finais, ao contrário do que ocorrera no conjunto de entrevistas iniciais, em que a maioria apontava o mês de junho como o mês com menor chuva na cidade. De fato, ambas as fases de entrevistas – a inicial e a final – mostraram que os estudantes percebem que o meio do ano é o período de menor quantidade de chuva em Uberlândia, como observado nos dados coletados por eles no pluviômetro.

Gráfico 17 – Mês do ano em que menos chove em Uberlândia

Fonte: Elaborado pelo autor.

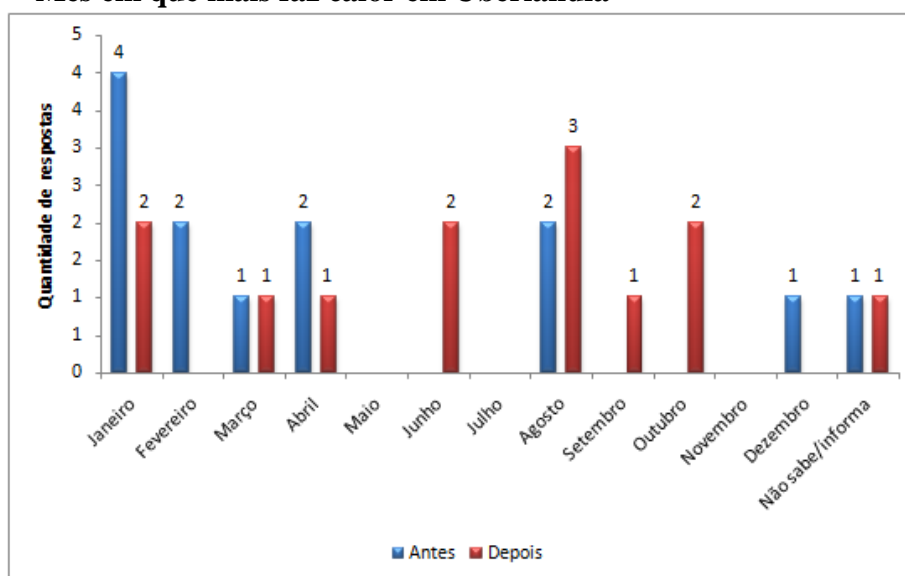
Outra questão também relativa às chuvas diz respeito a como saber quais são os meses com maior e com menor quantidade de chuvas. Nos dados das entrevistas finais, percebe-se a grande quantidade de respostas que citaram a categoria “pluviômetro” como um instrumento de medida do volume de chuvas e, em contrapartida, a diminuição de respostas que citaram as demais categorias.

Gráfico 18 – Como descobrir o mês de chuva?



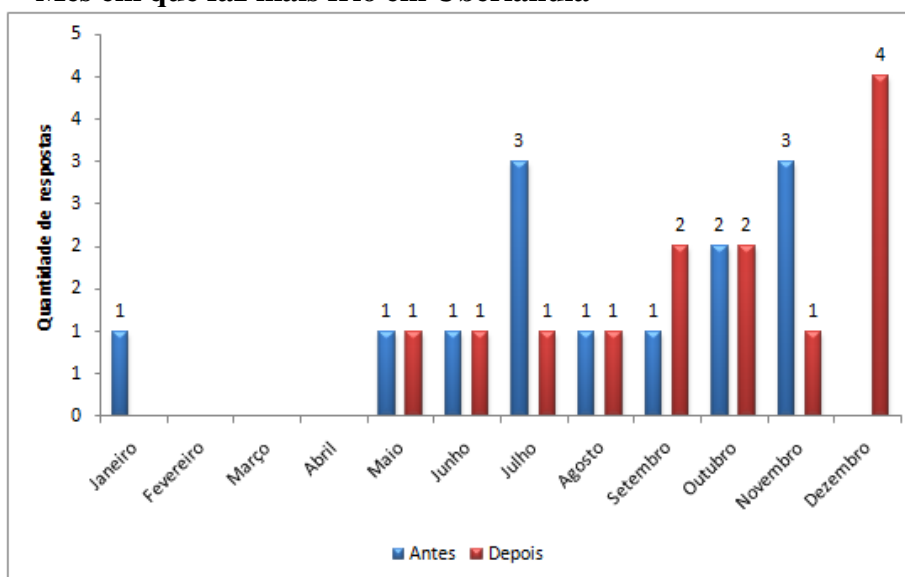
Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os dados de temperatura já coletados e trabalhados nas atividades (Apêndice F), as entrevistas finais do curso apontaram que cerca de 61% dos estudantes responderam que os meses de junho a outubro são os de maior calor na cidade de Uberlândia, mas, nas entrevistas iniciais, cerca de 69% dos alunos haviam respondido que eram os meses de janeiro a abril, ou seja, houve uma clara desvinculação do calor à estação verão.

Gráfico 19 – Mês em que mais faz calor em Uberlândia

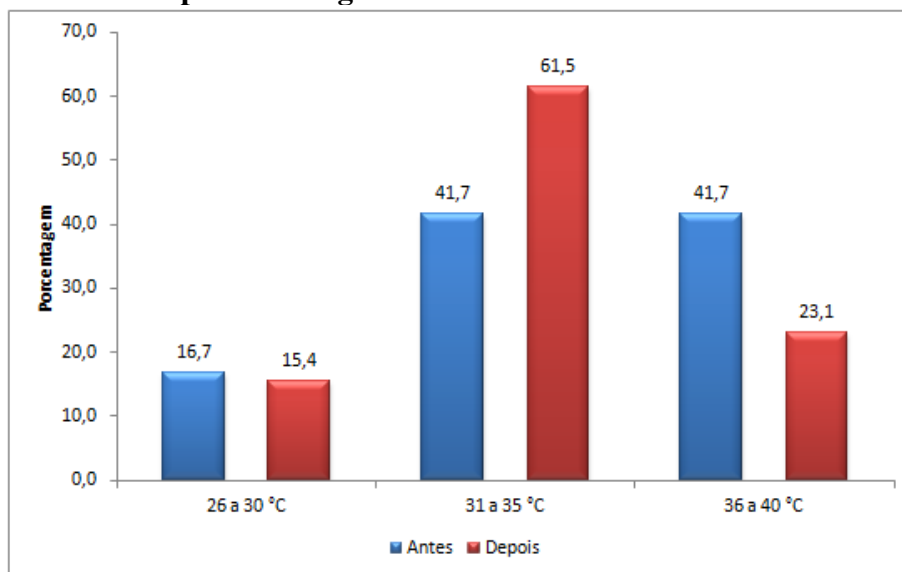
Fonte: Elaborado pelo autor.

Em conjunto com a questão anterior, as respostas sobre qual era o mês mais frio em Uberlândia, inicialmente, indicavam os meses de julho e novembro, mas, após o curso, os estudantes passaram a indicar majoritariamente o mês de dezembro como o mais frio do ano. Mais uma vez, somos levados a acreditar que houve influência da observação no dia da entrevista, que se sobrepôs às observações ao longo do ano.

Gráfico 20 – Mês em que faz mais frio em Uberlândia

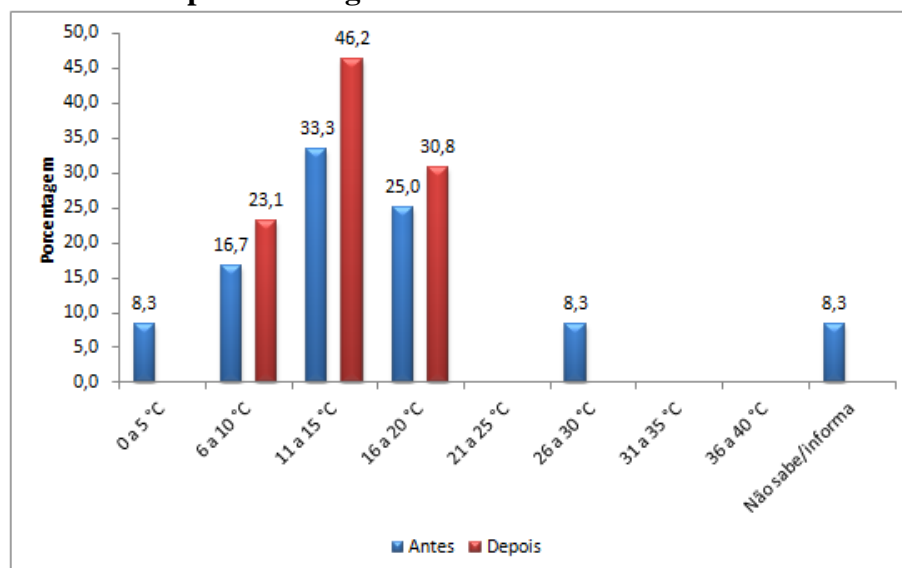
Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação à maior temperatura que poderia ser registrada na escola, houve um aumento de respostas para a faixa de temperaturas de 31°C a 35°C.

Gráfico 21 – Maior temperatura registrada na escola

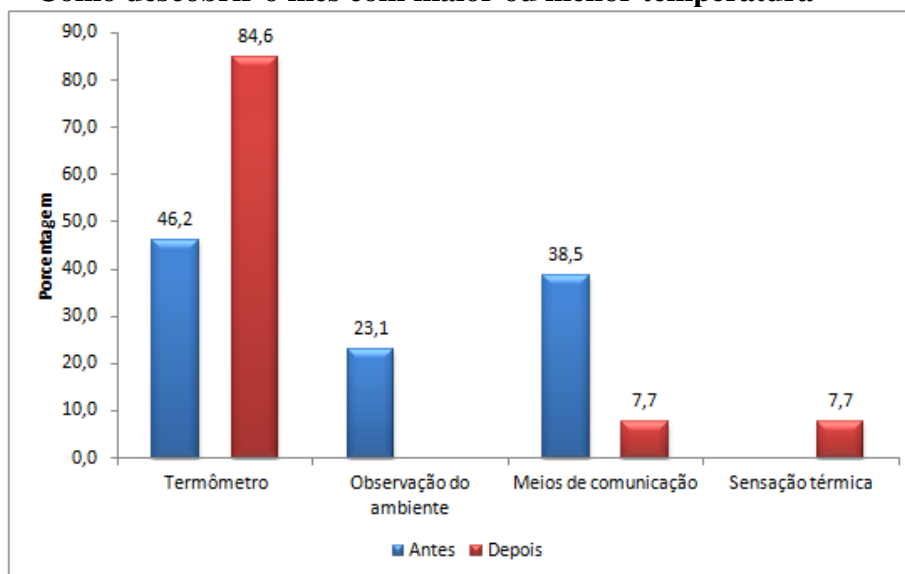
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a menor temperatura registrada, houve um maior número de respostas para a faixa de 11°C a 15°C, e concentração de 6°C a 20°C para 100% das entrevistas finais, um aumento em relação às entrevistas iniciais, que abrangiam 75% das respostas.

Gráfico 22 – Menor temperatura registrada na escola

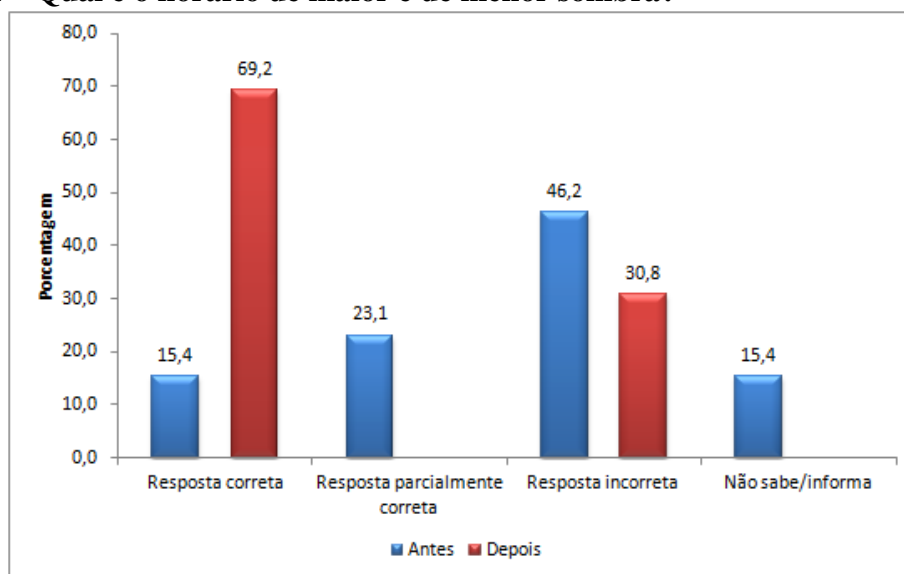
Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação à temperatura, 84,6% dos estudantes responderam que fariam uso do termômetro. A sensação térmica apareceu como uma nova categoria de respostas para descobrir quais meses do ano têm maior e menor temperatura.

Gráfico 23 – Como descobrir o mês com maior ou menor temperatura

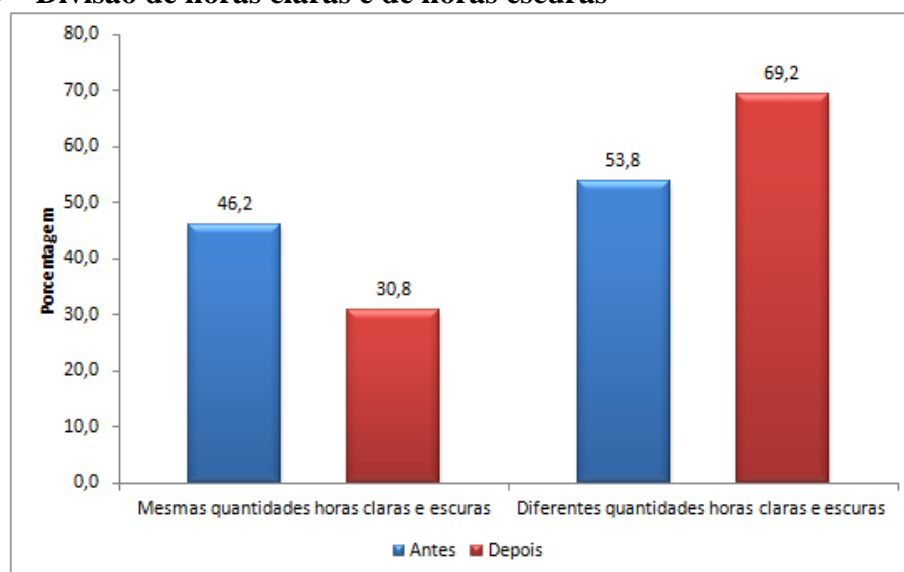
Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 24 apresenta as respostas a respeito dos horários de maior e de menor sombra. As respostas consideradas corretas para os horários de maior sombra correspondiam àqueles próximos ao início e/ou ao fim do dia e, para os horários de menor sombra, àqueles próximos ao meio-dia. Note-se que o uso dos termos “e/ou” para os horários no início/fim do dia deve-se ao pronome “qual” presente na pergunta, uma vez que não foram utilizados os pronomes “qual” ou “quais” no roteiro de entrevistas. Assim, apenas um horário correto para o horário de maior sombra foi contabilizado como resposta correta. Deve-se destacar que a maioria das respostas para o horário de maior sombra correspondia a horários no fim da tarde, raramente no começo da manhã. Respostas consideradas parcialmente corretas foram as que acertaram o horário de maior sombra, segundo o critério relatado anteriormente, ou as que acertaram o horário de menor sombra, lembrando que as atividades eram realizadas próximo ao meio-dia e as entrevistas, geralmente, no começo das manhãs. Mesmo com essas considerações, nota-se pelo gráfico o significativo aumento da quantidade de respostas consideradas corretas.

Gráfico 24 – Qual é o horário de maior e de menor sombra?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto à questão em que se perguntava se todos os dias do ano tinham a mesma quantidade de horas claras e de horas escuras dentro das 24 horas do dia, 69,2% dos estudantes responderam, após o curso, que as quantidades de horas claras e de horas escuras não eram iguais; mas, antes do curso, 46,2% das respostas diziam que as quantidades eram iguais.

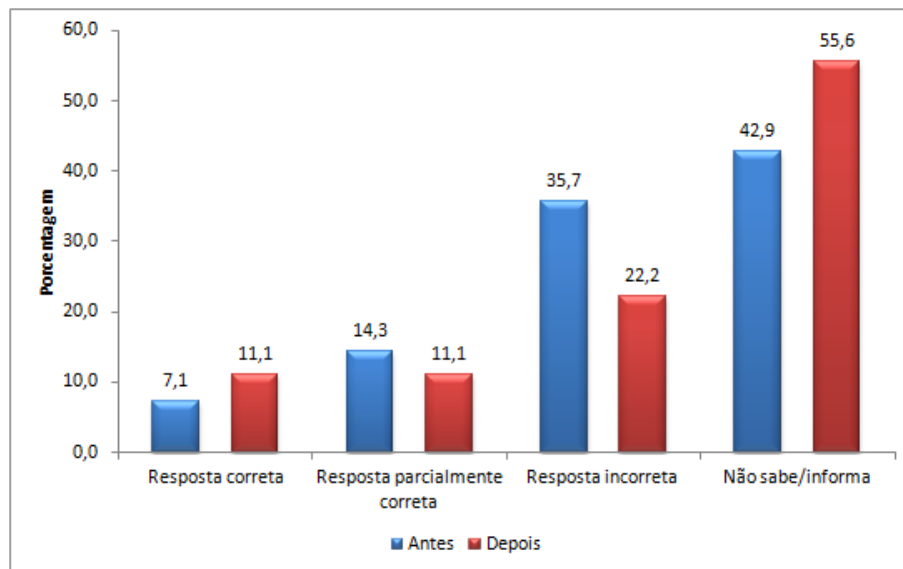
Gráfico 25 – Divisão de horas claras e de horas escuras

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outra questão abordada foi acerca de qual dos meses do ano têm maior e qual têm menor quantidade de horas claras. O Gráfico 25 apresenta as categorias “Resposta correta”,

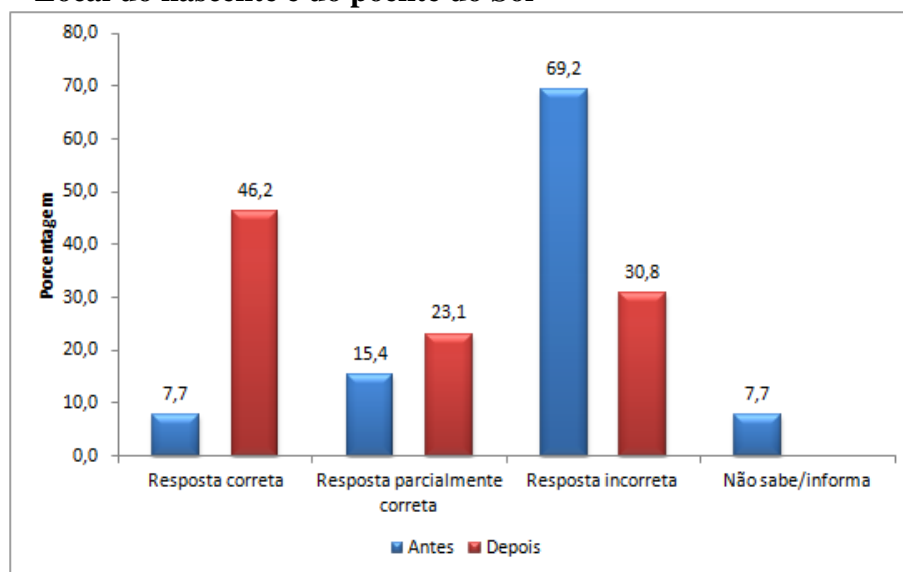
“Resposta parcialmente correta”, “Resposta incorreta” ou “Não sabe/informa”. A resposta considerada correta, deveria indicar a estação correspondente ao mês de maior e ao mês de menor quantidade de horas claras; parcialmente correta, caso o mês indicado fosse um mês da estação do ano correspondentemente correta; incorreta para o outro caso; além daquelas em que os alunos não informaram ou não responderam.

Gráfico 26 – Meses com horas claras maiores e com horas claras menores



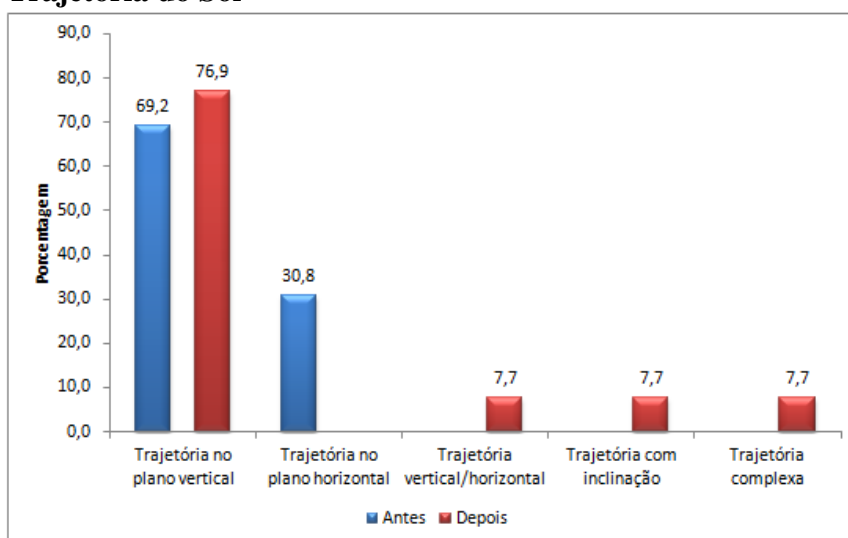
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a localização do nascente e do poente do Sol, foram consideradas como respostas corretas as que apresentaram as letras F e G para o nascente, e A e M para o poente. Respostas com as letras corretas para as posições com inversão de nascente e poente, ou seja, com inversão da trajetória do Sol, foram consideradas parcialmente corretas. Respostas incorretas corresponderam aos demais casos, além das respostas dos estudantes que não souberam ou não informaram. Dessa forma, as respostas corretas saltaram de 7,7% para 46,2% após o curso, acompanhadas de queda de respostas incorretas e da ausência de estudantes que não souberam ou não informaram a resposta.

Gráfico 27 – Local do nascente e do poente do Sol

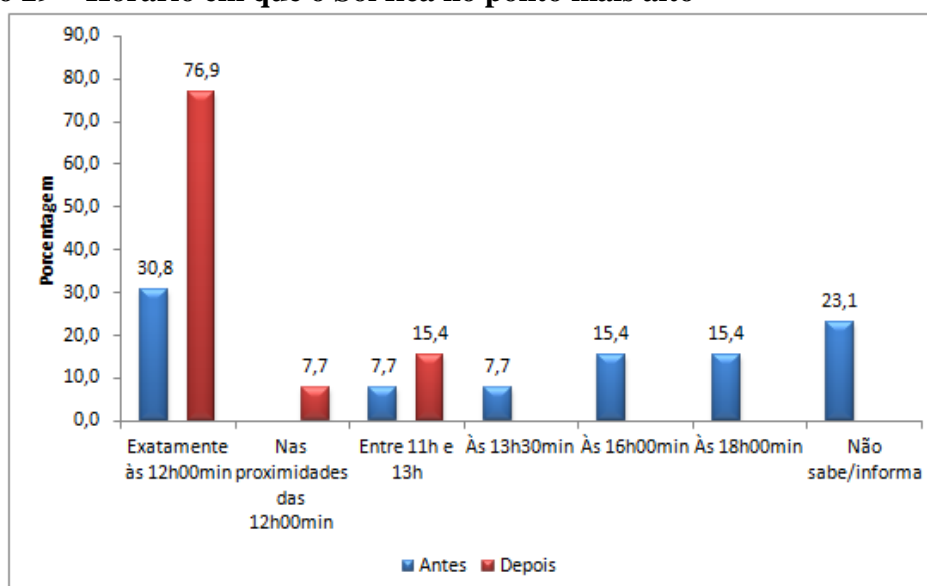
Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto à trajetória do Sol em simulação na cúpula transparente, os estudantes apresentaram, inicialmente, 30,8% de respostas com representações de trajetória no plano horizontal, e nenhuma resposta nessa categoria depois de realizado o curso. Foi registrado também um aumento de respostas com representações da trajetória no plano vertical. Houve ainda respostas de categorias que surgiram após o curso, como a trajetória vertical e a trajetória horizontal quando se inicia em um plano de trajetória e termina em outro. Além dessa, foram indicadas a trajetória com inclinação tal qual a observada nas medições e também trajetórias complexas que não se enquadram nas demais categorias por serem representadas de maneira aleatória. Isso mostra que, nos casos em que os estudantes não compreenderam bem a trajetória do Sol, apesar de várias simulações a céu aberto e uma simulação em espaço fechado, suas estruturas cognitivas foram modificadas, cabendo uma nova intervenção específica para cada caso.

Gráfico 28 – Trajetória do Sol

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o horário em que o Sol fica no ponto mais alto de sua trajetória, os estudantes, nas entrevistas iniciais, indicaram o horário exato das 12 horas em 30,8% de suas respostas, enquanto que, nas entrevistas finais, 76,9% dos estudantes indicaram esse horário, apesar de a atividade a céu aberto demonstrar que tal fato não se verificava na cidade de Uberlândia. Em contrapartida, aumentaram as respostas que indicavam horários entre as 11 e as 13 horas. Surgiu a categoria de horários bem próximos das 12 horas, com ausência de respostas com horários ao final do dia, além das respostas em que os estudantes declararam não saber ou nada informaram.

Gráfico 29 – Horário em que o Sol fica no ponto mais alto

Fonte: Elaborado pelo autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O curso realizado com os estudantes tratou de alguns temas relacionados de maneira direta ou indireta ao fenômeno das estações do ano. Seguindo as orientações do PCN (BRASIL, 1998), a proposta para o ensino de Astronomia foi realizada utilizando-se dados obtidos do céu e, mais que isso, foram coletados dados pelos próprios estudantes nas diversas atividades realizadas durante o curso. É verdade que os dados assim coletados demandaram um tempo grande se comparado com o ano letivo escolar, mas foi a maneira que consideramos mais coerente para a aprendizagem de Ciências, indo além do livro didático. Ademais, a proposta de se tratar o tema buscando-se uma aprendizagem significativa levou-nos a considerar o conhecimento prévio dos estudantes como um preceito fundamental, em conformidade com a teoria da aprendizagem significativa, de Ausubel, que, por sua vez, nos inspirou a levar em conta outros princípios que ampliassem a autonomia dos aprendizes no processo de aprendizagem, como a teoria da aprendizagem significativa crítica, de Moreira.

Na abordagem dos conhecimentos prévios, conforme os levantamentos obtidos em diversas referências, foi identificado que muitas concepções alternativas, ou seja, não científicas, habitam o imaginário das pessoas em relação às causas das estações do ano. Grande parte dessas concepções, inclusive, são reforçadas e propagadas por muitos livros didáticos. Uma delas, talvez a mais comum para quem já tenha tido um primeiro contato com o tema, refere-se à órbita, em que se exagera na excentricidade e, por vezes, induz o pensamento de que as estações são causadas pelo maior ou menor afastamento da Terra em relação ao Sol. Para essa concepção, em apelo imediato, deixamos uma sugestão para a abordagem do tema no referencial heliocêntrico, com a órbita sem a deformação apresentada em grande parte dos livros, ainda que em escala de tamanho não proporcional.

A adoção do referencial topocêntrico foi uma alternativa para se facilitar a aprendizagem significativa. A proposta de se fazer uma abordagem das estações do ano do ponto de vista do observador na superfície terrestre, ou seja, a partir do referencial topocêntrico, é ainda pouco explorada, conforme nossa análise de algumas das principais obras constantes na listagem oficial de títulos disponibilizados em nossas escolas. A maioria dos livros aborda o fenômeno do ponto de vista externo à Terra (referencial heliocêntrico) e, com isso, acaba tornando a aprendizagem sujeita a uma carga maior de abstrações necessárias ao seu correto entendimento. De forma alguma defendemos que não se deve tratar do tema a partir do referencial heliocêntrico. O que pretendemos com este trabalho é fazer uma proposta para que também haja o cuidado de se trazer o tema estações do ano para ser observado e

pensado também no dia a dia das pessoas. Por mais que existam figuras bem elaboradas na explicação das estações do ano, há um ponto em desfavor do referencial heliocêntrico no que tange à aprendizagem. Existe uma grande diferença entre acreditar na imagem que se observa em um livro e acreditar na imagem que se apresenta como fenômeno real, entre o fenômeno observado diretamente pelo aprendiz e o que se observa do que alguém observou ou estudou do fenômeno e o representou em seu lugar. Essa é a grande vantagem do sistema topocêntrico em relação ao sistema heliocêntrico para a aprendizagem de conceitos de Astronomia. O sistema topocêntrico é intrinsecamente de maior credibilidade, o que ficou evidente nas respostas das entrevistas ao final do curso, em que se teve a eliminação de respostas acerca das trajetórias aparentes do Sol no plano horizontal. Mesmo com o surgimento de outras categorias de respostas, pode-se afirmar que foi resultado do modelo topocêntrico aliado ao material potencialmente significativo, no caso, a cúpula acrílica e a sequência didática moldada no esteio da prática de observação, da coleta de dados e da análise de resultados.

Os resultados obtidos com a aplicação da sequência didática indicaram uma melhora dos estudantes na compreensão de conceitos relacionados ao tema estações do ano, como, por exemplo, a trajetória aparente do Sol. Também houve uma melhoria na caracterização de cada uma das estações, desde a percepção da atual estação até o mês de início e de término de cada uma delas. A percepção da orientação geográfica e da mudança da trajetória aparente do Sol ao longo do ano também foi considerada como um ganho nas representações da trajetória na cúpula na entrevista final. A diminuição da associação entre os conceitos de inverno e de chuva foi de extrema relevância, uma vez que é muito comum essa associação, como foi descrito ao longo deste trabalho. Mas, ao responderem qual o mês que faz mais frio na cidade de Uberlândia, os estudantes indicaram amplamente o mês de dezembro. Tal fato revela-se influenciado pela época da entrevista, que ocorreu no começo de dezembro, ocasião em que começava o período chuvoso. Ou seja, a percepção dos sentidos superou a aprendizagem naquele momento. A observação das paisagens no aspecto da vegetação não foi tratada de maneira direta nas atividades que compuseram a sequência didática, mas, como ilustrado nos gráficos dos resultados, houve um aumento das respostas que associavam o outono a folhas secas/caídas e a primavera a flores, provavelmente por conta dos questionamentos dos estudantes durante o curso, as quais os deixaram suscetíveis às informações equivocadas divulgadas na imprensa televisiva, por exemplo, que costumeiramente utiliza-se de imagens e frases de impacto ao falar das estações do ano, enfatizando as flores e as desfolhagens em determinadas épocas. Outro ponto importante é que, após o curso, houve um aumento para a

resposta que aponta que as horas claras e as horas escuras não são divididas por igual durante o dia.

O tema estações do ano em condições “normais” de tratamento no currículo pode ser abordado em conjunto pelas disciplinas de Ciências, Geografia, Biologia, Matemática e outras, que, talvez, exijam um pouco mais de abstração para se fazer uma relação entre seus conteúdos específicos e o tema em questão. Assim, trabalhado em conjunto com outras disciplinas, o ganho na aprendizagem do tema poderá ser de maior profundidade. Além disso, com a metodologia de ensino sendo aplicada também em outras disciplinas, poder-se-á afastar a aprendizagem por memorização e promover uma maneira de o estudante conhecer como ele pode aprender melhor.

A proposta de atividade aqui apresentada não é considerada acabada, uma vez que permite adequações, tanto em relação a um público específico quanto em relação ao material didático disponível ao professor que a tenha como intenção de uso. O referencial teórico da proposta didática foi a aprendizagem significativa clássica juntamente à aprendizagem significativa crítica. Para ambas as teorias, é necessário que se considere o conhecimento prévio do estudante, não apenas isso e, talvez, o mais difícil, a intenção do estudante em aprender significativamente (mecanismo de aprendizagem significativa). Assim, é necessário saber que a aprendizagem é um processo que demanda, além de tempo, o comprometimento de ambas as partes do processo: professor e estudante.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Patrícia; OLIVEIRA, Carlos Eduardo Quintanilha Vaz de. Astronomia nos Livros Didáticos de Ciências: Uma Análise do PNLD 2008. **RELEA**: Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, São Carlos, n. 12, p. 31-55, 2011. Disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/num12/RELEA_A2_n12.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2013.

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

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

BARRIO, Juan Bernardino Marques. A investigação educativa em Astronomia. In: LONGUINI, M. D. (Org.). **Educação em Astronomia**. São Paulo: Átomo, 2010. p. 159-178.

BARROS, Carlos. PAULINO, Wilson. **Ciências**: os seres vivos. 5. ed. v. 1. São Paulo: Editora Ática, 2012.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ciências naturais. 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2014.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. **PCN + Ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 6 set. 2011.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2012.

BRASIL. **Diário Oficial da União**. Nº 123, sexta-feira, 28 de junho de 2013. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=23&data=28/06/2013>>. Acesso em: 2 mar. 2015.

BRÖCKELMANN, Rita Helena. **Observatório de ciências**. 1. ed. v. 1. São Paulo: Editora Moderna, 2011.

CANTO, Eduardo Leite do. **Ciências naturais**: aprendendo com o cotidiano. 4. ed. v. 1. São Paulo: Editora Moderna, 2012.

CAPECCHI, Maria Candida Varone de Moraes. Implicações das pesquisas sobre imagens no livro didático de ciências para a formação de professores. In: MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; VILANOVA, Rita. **O livro didático de Ciências**: contextos de exigência, critérios

de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula. Rio de Janeiro: Faperj, 2012. p. 189-196. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/arquivos/O_livro_didatico_de_Ciencias.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2014.

COELHO, Franciele Braz de Oliveira; BULEGON, Ana Marli. Análise do Tema Astronomia, nos Livros Didáticos indicados no PNLD, dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Vidya**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p.117-128, jun. 2013. Disponível em: <<http://sites.unifra.br/Portals/35/Artigos/2013/08.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

DANAIA, Lena; McKINNON, David. “Common alternative astronomical conceptions encountered in junior secondary science classes: why is this so?” **Astron. Educ. Rev.**, v. 6, n. 32, 2007. Disponível em: <http://portico.org/Portico/#!/journalAUSimpleView/tab=PDF?cs=ISSN_15391515?ct=E-Journal%20Content?auId=ark:/27927/pgg3ztf9wv0>. Acesso em: 15 jul. 2014.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

GIORDAN, André; VECCHI, Gérard de. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. 2. ed. Tradução de Bruno Charles Magne. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GOOGLE MAPS. [Detalhes da localização da Escola Estadual Jerônimo Arantes e de seus arredores]. [2015]. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Escola+Estadual+Jer%C3%B4nimo+Arantes/@-18.9058548,-48.3202715,17.5z/data=!4m7!1m4!3m3!1s0x94a443fbf0286bb5:0xbd2a0a2e34d3791d!2sEsc+ola+Estadual+Jer%C3%B4nimo+Arantes!3b1!3m1!1s0x94a443fbf0286bb5:0xbd2a0a2e34d3791d?hl=pt-BR>>. Acesso em: 02 out. 2015.

LANGHI, Rodolfo. Astronomia observacional para professores de ciências. In: LONGUINI, Marcos Daniel (Org.). **Educação em Astronomia**. São Paulo: Átomo, 2010. p. 15-36.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Astronomy education in Brazil: formal, informal, non-formal education, and scientific popularization. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 31, n. 4, Dec. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n4/v31n4a14.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2014.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presente em livros didáticos de ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 87-111, ago. 2008. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6055/12760>>. Acesso em: 12 jul. 2014.

LONGHINI, Marcos Daniel; GOMIDE, Hanny Angeles. Aprendendo sobre o céu a partir do entorno: uma experiência de trabalho ao longo de um ano com alunos de ensino fundamental. **Revista Latino-americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 18, p. 49-71, jul. 2014. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/200/267>>. Acesso em: 25 out. 2015.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. **Conteúdo Básico Comum de Ciências**. Ciências. Proposta Curricular (Ensino Fundamental). Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7BBC26290C-C90B-44EF-866A-10C750F63D7B%7D_livro%20de%20ciencias.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2014.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. **Conteúdo Básico Comum de Física**. Física. Proposta Curricular (Ensino Médio). Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7B0DE8B1A3-C119-4015-B234-AEB975906CDA%7D_fisica.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2014.

MOISÉS, Helvio Nicolau. **Ciências da natureza**. 3. ed. v. 1. São Paulo: IBEP, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** 2002. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. São Paulo: Ed. Vetor, 2008.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa Crítica**. 2010. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. **Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1987.

MOZENA, Erika Regina; SANTANA, Olga Aguilar. **Ciências Naturais**. 5. ed. São Paulo: Saraiva Livres Editores, 2012.

NAVARRETE, Antonio; AZCÁRATE, Pilar; OLIVA, José María. Algunas interpretaciones sobre el fenómeno de las estaciones en niños, estudiantes y adultos: revisión de la literatura. **Revista Eureka: sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Espanha, v. 1, n. 3, p.146-166, set. 2004. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92001302>>. Acesso em: 9 mar. 2014.

POSTMAN, Neil; WEINGARTNER, Charles. **Contestação: nova fórmula de ensino**. Tradução de Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1971.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências. **Ciênc. educ.**, Bauru,

v. 10, n. 1, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n1/07.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2014.

SHIMABUKURO, Vanessa. **Projeto Araribá: Ciências**. 3. ed. v. 1. São Paulo: Editora Moderna, 2010.

SNEIDER, Cary; BAR, Varda; KAVANAGH, Claudine. Learning about seasons: a guide for teachers and curriculum developers. **Astronomy Education Review**, Washington, v. 10, n. 1, 2011. Disponível em <http://www.portico.org/Portico/#!/journalAUSimpleView/tab=PDF?cs=ISSN_15391515?ct=E-Journal%20Content?auId=ark:/27927/pgg3ztf87gm>. Acesso em: 15 jul. 2014.

SOBREIRA, Paulo Henrique Azevedo. **Cosmografia geográfica: a astronomia no ensino de geografia**. 2006. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-21082006-225017/>>. Acesso em: 9 ago. 2013.

SOBREIRA, Paulo Henrique Azevedo. Estações do ano: concepções espontâneas, alternativas, modelos mentais e o problema da representação em livros didáticos de Geografia. In: LONGUINI, Marcos Daniel (Org.). **Educação em Astronomia**. São Paulo: Átomo, 2010. p. 37-57.

UBERLÂNDIA. Secretaria Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente. **Banco de Dados Integrados 2006**. 2006. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/1447.pdf>. Acesso em: 15 set. 2015.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Centro de divulgação científica e cultural**. Disponível em: <http://www.cdcc.usp.br/cda/producao/sbpc93/sbpc93_f20.gif>. Acesso em: 12 mai. 2015.

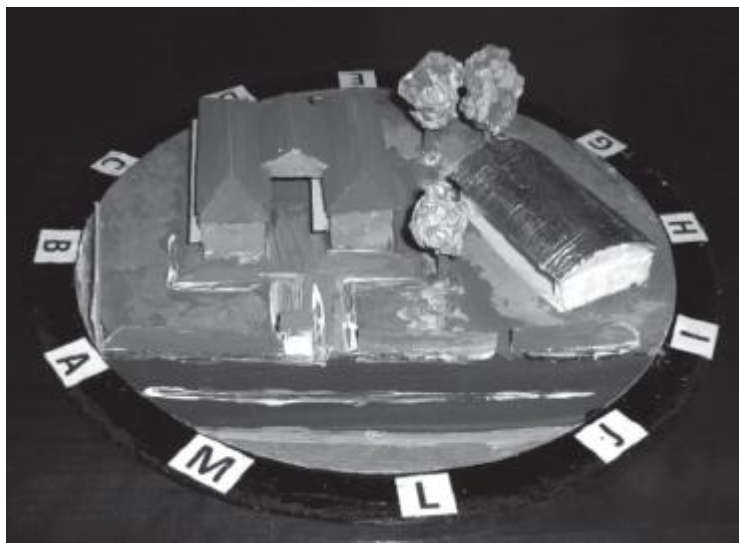
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA

1. Quais são as estações do ano?
2. Em que estação estamos agora?
3. Que mês começa cada estação do ano?
4. Que diferença você percebe entre elas?
5. Por que ocorrem as estações?



6. Veja essas figuras:
 - a) Qual delas melhor ilustra o que é o verão em Uberlândia?
 - b) E quais ilustram o inverno?
 - c) E quais ilustram o outono em nossa cidade?
 - d) E quais você escolheria para ilustrar a primavera?
 - e) Você acrescentaria alguma que falta? Qual?

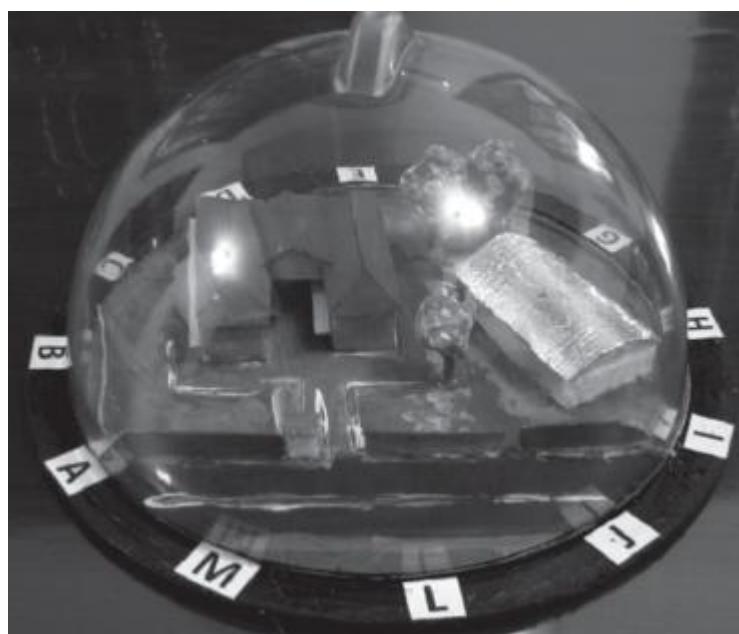
7. Que mês do ano MAIS chove em Uberlândia?
8. Que mês do ano MENOS chove em Uberlândia?
9. Como você faria para descobrir essas informações?
10. Que mês do ano faz mais CALOR em Uberlândia?
11. Que mês do ano faz mais FRIO em Uberlândia?
12. No dia mais quente do ano, qual pode ser o valor da MAIOR temperatura registrada aqui na escola?
13. No dia mais frio do ano, qual pode ser o valor da MENOR temperatura registrada aqui na escola?
14. Como você faria para descobrir tais informações?
15. Se colocarmos esta haste (caneta) de pé lá fora, considerando que o dia esteja ensolarado e ela ficar lá o dia todo:
 - a) Qual horário do dia ela terá MAIOR sombra? Por quê?
 - b) Qual horário do dia ela terá MENOR sombra? Por quê?
 - c) Há algum horário em que ela não terá sombra? Por quê?
16. Considerando que um dia tem 24h, todos os dias do ano têm a mesma quantidade de horas claras e de horas escuras?
 - a) Se não, qual o mês em que temos dias MAIS compridos? Por quê?
 - b) Se não, qual o mês em que temos dias MAIS curtos? Por quê?
17. Considere a maquete:



A partir dela, aponte a letra que indica o local onde o Sol nasce e onde ele se põe.

- a) É sempre nos mesmos lugares o ano todo?
- b) Qual o nome desses lados?

18. Considere a cúpula a seguir:



Pinte o caminho que o Sol faz no decorrer de um dia.

- a) É sempre esse mesmo caminho no decorrer do ano?
- b) Que horário marcará nossos relógios quando o Sol passar pelo ponto mais alto?



Data:___/___

Atividade 2 (B) – Chove chuva!

Como ocorre a distribuição de chuvas no decorrer do ano em Uberlândia?



Pense sozinho e responda:

1. Neste ano, em que mês você acredita que mais irá chover em Uberlândia?
2. Neste ano, em que mês você acredita que menos irá chover em Uberlândia?
3. O volume de chuvas é medido em milímetros cúbicos (mm^3). Cada milímetro cúbico medido representa 1 litro de chuva que caiu em cada metro quadrado. Logo, quantos milímetros cúbicos de chuva você estima que serão medidos no mês em que mais irá chover neste ano em Uberlândia?
4. Quantos milímetros cúbicos de chuva você estima que serão verificados no mês em que menos irá chover neste ano em Uberlândia?
5. E no ano inteiro? Qual deve ser o volume total registrado em nossa cidade?



Discuta suas respostas com os colegas. Foram parecidas com as suas ou foram muito discordantes? Não apague suas respostas!



Vamos registrar, dia a dia, o volume de chuvas que cai em sua escola, para compararmos os resultados com suas sugestões no final do ano. Para isso, organize com seus colegas uma agenda de divisão de tarefas. Lembre-se de que o bom resultado depende do cuidado que vocês tiverem com as medidas diárias!

Vocês usarão uma tabela como a indicada a seguir. Pensem como farão com o volume de chuvas que cai nos finais de semana e feriados.

[illegible]

6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
Total												

Observação: As medidas devem ser feitas todos os dias no mesmo horário. Após se verificar o volume de chuva e anotar, deve-se esvaziar o pluviômetro.

12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												

Observação: As medidas devem ser feitas todos os dias por volta do mesmo horário. O termômetro irá ficar sempre no mesmo lugar na escola.



Anotações:



Data: __/__/__

Atividade 4 (D1) – Por onde anda o Sol

Qual caminho o Sol percorre no céu no decorrer de um dia?



Pense sozinho e responda:

1. Abaixo, há uma foto da frente de sua escola. Desenhe o caminho do Sol sobre ela.



2. Abaixo, há uma foto de sua escola vista de cima. Imagine que você possa ver o Sol passando sobre ela. Desenhe de onde vem e para onde ele vai.



Apresente seu desenho aos colegas. Sua ideia foi parecida com a deles?



Este trabalho necessitará que vocês se dividam em grupos. Escolha um dia, até o próximo encontro, para fazer as medidas. Vamos considerar que, nos próximos dias, teremos céu claro e sem muitas nuvens. Cada equipe ou participante ficará responsável por marcar, a cada hora, a posição do Sol sobre uma cúpula transparente, que representará o céu sobre nossa escola.

Dia da marcação: ____/____/____

Horários	Responsável pela marcação
8h	
9h	
10h	
11h	
12h	
13h	
14h	
15h	
16h	
17h	

Para isso, vocês usarão um pincel para quadro branco. Para encontrar a posição do Sol no céu, é preciso posicionar o pincel sobre a cúpula de tal forma que a sombra de sua ponta coincida com o ponto no centro da (semi) esfera. Esse ponto vai representar nossa escola. Veja a figura mostrando a posição do pincel:



Não se esqueçam que, cada vez que um ponto for feito na cúpula, colarem um papelzinho indicando o horário da marcação. Ela não deve ser movida no decorrer do dia. Logo, cuidado ao fazer as marcações.

A junção de todos os pontos sobre ela será feita no próximo encontro.



Anotações:



Data: ____/____/____

Atividade 5 (D2) – Por onde anda o Sol

Qual caminho o Sol percorreu no céu no decorrer de um dia?



Verifique a cúpula transparente após os pontos terem sido unidos. Discuta com seus colegas o resultado obtido e responda às perguntas abaixo:

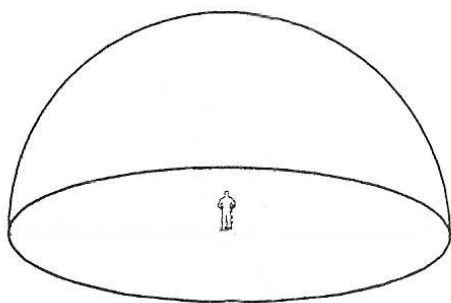
1. A trajetória do Sol sobre a escola foi a esperada por você? Confira com seu desenho da Atividade D1.
2. O Sol passou verticalmente sobre a escola, ou seja, passou pelo ponto mais alto do céu no local (zênite)?
3. Encontre o ponto mais alto que Sol atingiu na cúpula. Que provável horário isso ocorreu?



Pense sozinho e responda:

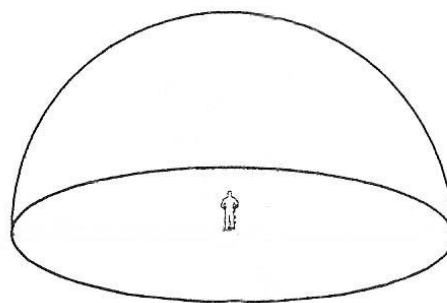
Se esta experiência for realizada em quatro diferentes momentos do ano, desenhe como você acha que será o caminho do Sol em cada situação.

Em maio

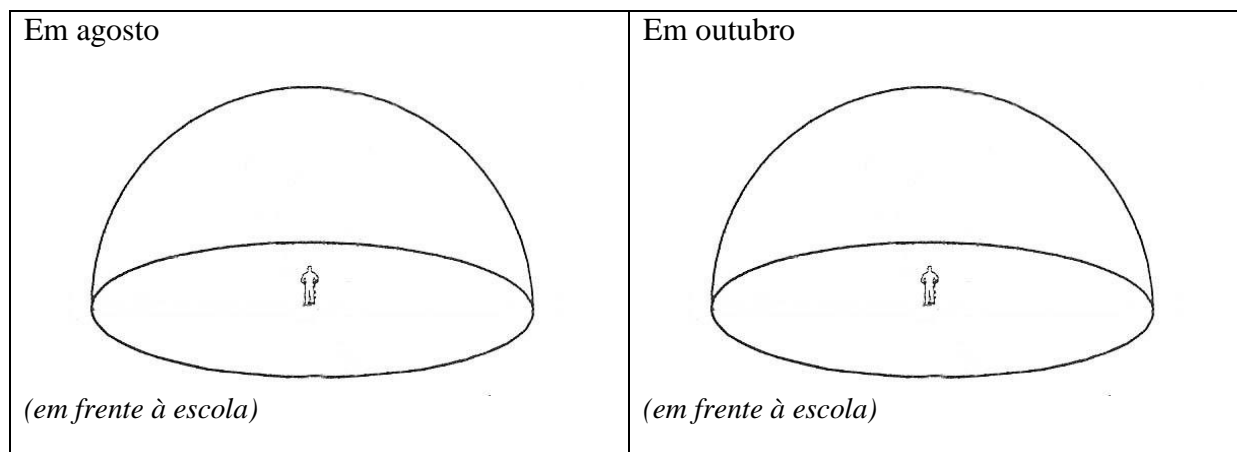


(em frente à escola)

Em junho



(em frente à escola)



Vamos montar uma agenda das datas em que essa marcação será feita na mesma cúpula, assim como os responsáveis para cada uma dessas coletas de dados.

Não apague as trajetórias do Sol construídas anteriormente, para que possamos compará-las.

Marcação de abril:.....
 Marcação de maio:.....
 Marcação de junho:.....
 Marcação de agosto:.....
 Marcação de setembro:.....
 Marcação de outubro:.....
 Marcação de novembro:.....



Data: __/__/__

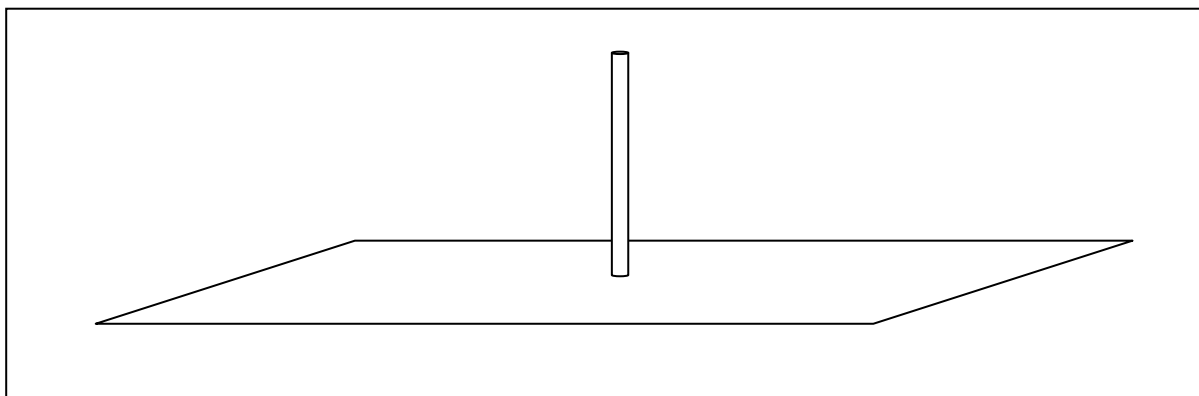
Atividade (6) E1 – Sol, sombras e ideias

Como se comporta a sombra de uma haste no decorrer de um dia?

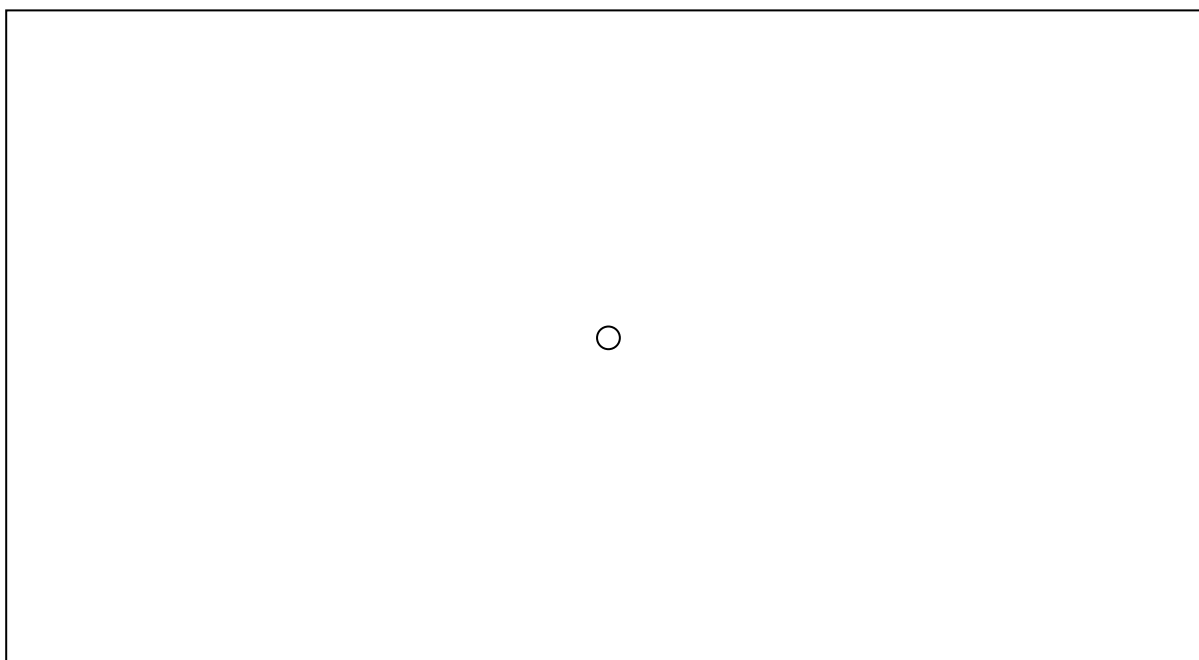


Pense sozinho e responda:

1. Uma haste foi fixada num local aberto num dia ensolarado, conforme o desenho abaixo:



Agora, observe a haste por cima. Desenhe as sombras que essa haste terá no decorrer de um dia.





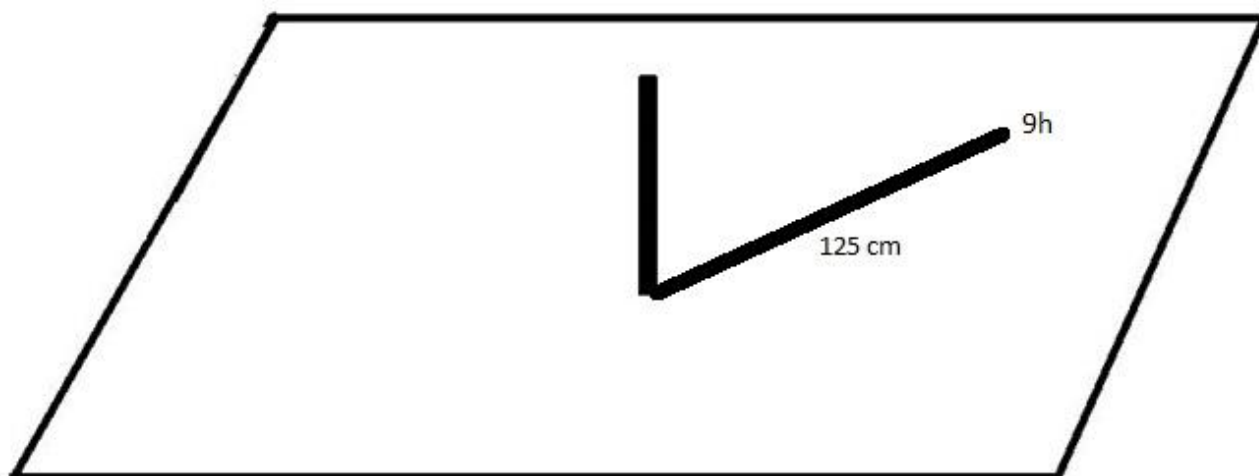
Mostre seu desenho aos colegas de seu grupo. O desenho deles foi parecido com o seu? Discutam suas opiniões.



Este trabalho necessita que a turma se organize em grupos. Escolham um dia, até o próximo encontro, para fazer as medidas. Vamos considerar que, nos próximos dias, teremos céu claro e sem muitas nuvens. Cada equipe ou participante ficará responsável, por exemplo, por marcar, a cada hora, a sombra da haste fixada no pátio da escola. Utilizem giz para marcar as sombras no piso. Ao final, registrem o resultado com uma foto, que será utilizada no próximo encontro.

Cole aqui os resultados obtidos

Uma dica: marquem, ao lado da sombra, seu comprimento. Na sua extremidade, marquem o horário em que foi feita, com letra legível e grande. Veja o exemplo, abaixo:





Anotações:



Data: ____/____/____

Atividade 7 (E2) – Sol, sombras e ideias

Como se comportou a sombra de uma haste no decorrer de um dia?



Se as marcações da atividade anterior ainda estiverem lá, voltem para verificar o resultado. Também podemos usar a foto, que deverá ser colada no espaço abaixo:

Cole a foto aqui

Com base no que foi observado, discuta com seus colegas o resultado obtido e responda às perguntas abaixo:

1. A sombra foi sempre igual no decorrer do dia?
2. Se não, em qual(is) horário(s) ela(s) foi(ram) maior(es)? E menor(es)?

Maior às:

Menor às:

3. Teve algum horário em que a haste não teve sombra? (desconsiderando o período noturno)



Pense sozinho e responda:

O que acontece com as sombras se a intensidade da luz mudar?

Se esta experiência for realizada daqui a 2 meses, os tamanhos das sombras serão os mesmos que os registrados nessa experiência?

E se essa mesma experiência for repetida em meados de outubro?



Data: ____/____/____

Atividade 8 (E3) – Sol, sombras e ideias

Algum tempo depois, como se comporta a sombra de uma haste no decorrer de um dia?



Pense sozinho:

Volte à Atividade E2 e relembre qual foi a trajetória do Sol obtida com as sombras da haste no decorrer de um dia. Lá, você respondeu o que pensou que ocorreria com a sombra de uma haste após alguns meses. É hora de voltarmos a verificar!



Novamente, faremos esta atividade em grupos de trabalho. Escolham um dia, até o próximo encontro, para fazerem as medidas. Vamos considerar que, nos próximos dias, teremos céu claro e sem muitas nuvens. Cada equipe ou participante ficará responsável por marcar, a cada hora, a sombra de uma haste fixada no pátio da escola. Utilizem giz para marcar as sombras no piso. Ao final, registrem o resultado com uma foto.

Cole aqui o quadro com os resultados de suas medidas.

Se as marcações da atividade anterior ainda estiverem lá, voltem para verificar o resultado. Também podemos usar a foto, que deverá ser colada no espaço abaixo:

Cole a foto aqui

Com base no que foi observado, discuta com seus colegas o resultado obtido e responda às perguntas abaixo:

1. O que acontece com as sombras se a intensidade da luz aumentar ou diminuir?
2. As sombras obtidas possuem a mesma orientação e tamanho que as encontradas na Atividade E1?
3. Qual conclusão a que seu grupo chegou até o momento?



Anotações:



Data: ____/____/____

Atividade 9 (E4) – Sol, sombras e ideias

Mais algum tempo depois, como se comporta a sombra de uma haste no decorrer de um dia?



Pense sozinho:

Volte às Atividades E1 e E2 e relembre qual foi a trajetória da sombra do Sol no decorrer de um dia no início do ano e por volta do mês de maio. Também na Atividade E2, você respondeu o que pensou que ocorreria com a sombra de uma haste por volta do mês de outubro. É hora de voltarmos a verificar!



Novamente, faremos esta atividade em grupos de trabalho. Escolham um dia, até o próximo encontro, para fazerem as medidas. Vamos considerar que, nos próximos dias, teremos céu claro e sem muitas nuvens. Cada equipe ficará responsável por marcar, a cada hora, a sombra de uma haste fixada no pátio da escola. Utilizem giz para marcar. Ao final, registrem o resultado com uma foto.

Cole aqui o quadro com os resultados desta atividade.



Se as marcações da atividade anterior ainda estiverem lá, voltem para verificar o resultado. Também podemos usar a foto, que deverá ser colada no espaço abaixo:

Cole a foto aqui

Com base no que foi observado, discuta com seus colegas o resultado obtido e responda às perguntas abaixo:

1. As sombras obtidas possuem a mesma orientação e tamanho que as encontradas nas Atividades E1 e E3?
2. Qual conclusão a que você e seu grupo chegaram sobre o comportamento das sombras da haste no decorrer do ano?



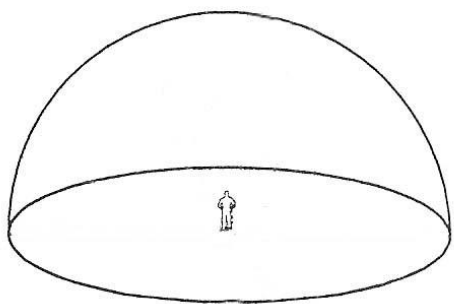
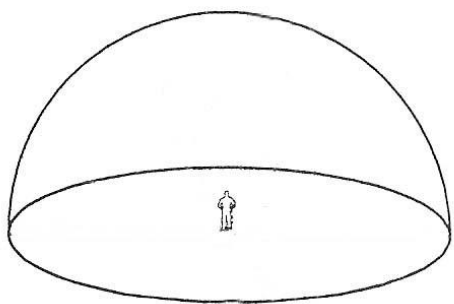
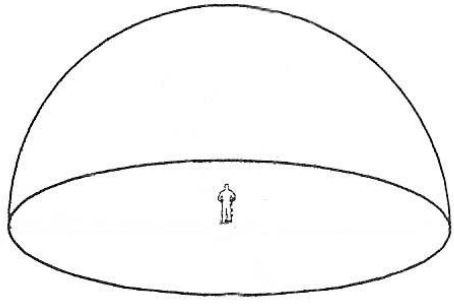
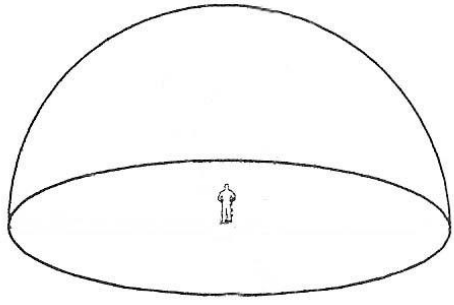
Data: ____/____/____

Atividade 10 (D3) – Por onde anda o Sol

No decorrer de um ano, qual caminho o Sol percorreu diariamente no céu?



Voltemos às datas marcadas na Atividade D2. Retomemos a cúpula para comparar os resultados obtidos. Registre-os no esquema abaixo.

<p>Em maio</p>  <p>(em frente à escola)</p>	<p>Em junho</p>  <p>(em frente à escola)</p>
<p>Em agosto</p>  <p>(em frente à escola)</p>	<p>Em outubro</p>  <p>(em frente à escola)</p>

Compare com suas ideias propostas na Atividade D2. Foram os resultados esperados? Após compará-los, responda:

1. O que ocorre com a trajetória diária do Sol no decorrer do ano?
2. Por que isso ocorre?



Data: ____/____/____

Atividade 11 (A2) – De volta às chuvas e às temperaturas

Quais nossas conclusões sobre as chuvas e temperaturas no decorrer do ano em Uberlândia?



É momento de analisarmos os dados da tabela de temperatura e volume de chuvas construída ao longo do ano. Se os dados foram obtidos cuidadosamente, podemos obter interessantes resultados.

CHUVAS

Maior valor:..... Mês:.....

Menor valor:..... Mês:.....

Volume acumulado até a presente data:.....

Volte à Atividade B e verifique o maior e o menor valor de volume de chuvas sugeridos por você, além do total do volume de chuvas até o momento. Confira também os meses em que tais valores foram registrados. Esses dados conferem com suas ideias iniciais? Analise o resultado até o momento usando o gráfico preenchido durante todo o ano.

TEMPERATURAS

Maior valor:..... Mês:.....

Menor valor:..... Mês:.....

Volte à Atividade C e verifique o valor máximo e o valor mínimo de temperatura sugerido. Confira também os meses em que tais valores foram registrados. Esses dados conferem com suas ideias iniciais? Analise o resultado até o momento usando o gráfico preenchido durante todo o ano.

Após analisar os dados, responda:

1. Que relação você percebe entre os valores máximos e mínimos de temperatura em relação às estações do ano?

2. Que relação você percebe entre os valores máximos e mínimos de temperatura em relação à trajetória do Sol?

3. Que relação você percebe entre os valores de máximos e mínimos de volume de chuvas e as estações do ano?

APÊNDICE C – METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DA SD

Atividade 1 (A1) – Estações do Ano

➤ Conteúdo:

Meses em que ocorre cada uma das estações do ano.

➤ Objetivos:

- a. Relacionar as paisagens do entorno onde vivem em diferentes épocas do ano relacionando-as às estações do ano.
- b. Conhecer os períodos (meses) de cada estação do ano.

➤ Desenvolvimento metodológico:

- a. Apresentação dos objetivos do projeto.
- b. Entrega das atividades e explicação da dinâmica das atividades do curso.
- c. Reflexão individual.
- d. Reflexão em grupo.
- e. Reflexão coletiva (turma) com anotações na lousa dos períodos de cada estação.
- f. Apresentação à turma dos períodos corretos para cada estação.

➤ Recursos didáticos:

- a. Lousa e pincel.
- b. Painel do ciclo das estações do ano.

➤ Avaliação:

Mediante participação e preenchimento das atividades.

Atividade 2 (B) – Chove chuva!

➤ Conteúdo:

Distribuição de chuvas ao longo do ano em Uberlândia.

➤ Objetivos:

- a. Pensar na quantidade de chuvas em cada mês do ano.
- b. Entender a correspondência da leitura do pluviômetro em milímetros cúbicos com a quantidade de chuvas no local da medida em litros.

➤ Desenvolvimento metodológico:

- a. Apresentação da atividade.
- b. Apresentação do pluviômetro e da relação milímetros cúbicos (mm^3)- litros (L).
- c. Simulação de leitura do pluviômetro.
- d. Reflexão individual.
- e. Reflexão em grupo.
- f. Reflexão coletiva (turma).
- g. Apresentação da planilha pluviométrica.

➤ Recursos didáticos:

- a. Régua.
- b. Pluviômetro.

➤ Avaliação:

Mediante participação e preenchimento das atividades.

Atividade 3 (C) – Esquenta, esfria!

➤ **Conteúdo:**

Variação da temperatura no decorrer do ano em Uberlândia.

➤ **Objetivos:**

- a. Pensar na variação da temperatura ao longo do ano.
- b. Aprender a manusear e a fazer medidas com o termômetro.

➤ **Desenvolvimento metodológico:**

- a. Retomada da relação milímetros cúbicos (mm³)-litros (L).
- b. Apresentação da atividade.
- c. Apresentação do termômetro.
- d. Simulação de leitura do termômetro.
- e. Reflexão individual.
- f. Reflexão em grupo.
- g. Reflexão coletiva (turma).
- h. Apresentação da planilha termométrica.
- i. Apresentação do painel de anotações diárias de temperatura e quantidade de chuva.
- j. Definição dos grupos para coleta de dados.
- k. Apresentação da estação meteorológica didática do OLHE.

➤ **Recursos didáticos:**

- a. Termômetro.
- b. Painel de anotações diárias de temperatura e quantidade de chuva.
- c. Estação meteorológica.

➤ **Avaliação:**

Mediante participação e preenchimento das atividades.

Atividade 4 (D1) – Por onde anda o Sol

➤ **Conteúdo:**

Trajetória do Sol no decorrer do dia.

➤ **Objetivos:**

- a. Pensar o local de observação estabelecendo-se referenciais.
- b. Entender a cúpula como modelo do céu do local.
- c. Aprender a manusear e a fazer medidas com a cúpula.

➤ **Desenvolvimento metodológico:**

- a. Orientação de marcação no painel de anotações diárias.
- b. Apresentação da atividade.
- c. Reflexão individual.
- d. Reflexão em grupo.
- e. Reflexão coletiva (turma).
- f. Definição dos grupos para coleta de dados da cúpula no dia seguinte.
- g. Apresentação da cúpula.
- h. Orientação e simulação de marcação na cúpula no OLHE.

➤ **Recursos didáticos:**

- a. Painel de anotações diárias de temperatura e quantidade de chuva
- b. Cúpula transparente.

➤ **Avaliação:**

Mediante participação e preenchimento das atividades.

Atividade 5 (D2) – Por onde anda o Sol

➤ **Conteúdo:**

Trajetória do Sol no decorrer do dia.

➤ **Objetivos:**

- a. Pensar o local de observação estabelecendo-se referenciais.
- b. Entender a cúpula como modelo do céu do local.
- c. Analisar os dados obtidos com a cúpula e determinar a trajetória do Sol.

➤ **Desenvolvimento metodológico:**

- a. Apresentação da atividade.
- b. Determinação da trajetória do Sol com a utilização dos pontos marcados na cúpula.
- c. Reflexão em grupo.
- d. Reflexão individual.
- e. Reflexão coletiva (turma).

➤ **Recursos didáticos:**

- a. Cúpula transparente.
- b. Pincel para quadro branco
- c. Maquete da escola.

➤ **Avaliação:**

Mediante participação e preenchimento das atividades.

Atividade 6 (E1) – Sol, sombras e ideias

➤ **Conteúdo:**

Sombra de uma haste no decorrer do dia.

➤ **Objetivos:**

- a. Pensar o local de observação estabelecendo-se referenciais.
- b. Entender o gnômon como indicador da posição do Sol mediante sua sombra.

➤ **Desenvolvimento metodológico:**

- a. Apresentação da atividade.
- b. Reflexão individual.
- c. Reflexão em grupo.
- d. Reflexão coletiva (turma).
- e. Apresentação do gnômon e simulação da medida de sombra no OLHE.
- f. Organização dos grupos para a coleta de dados do gnômon em dia agendado.

➤ **Recursos didáticos:**

- a. Gnômon.
- b. Giz.
- c. Trena.

➤ **Avaliação:**

Mediante participação e preenchimento das atividades.

Atividade 7 (E2) – Sol, sombra e ideias

➤ **Conteúdo:**

Sombra de uma haste no decorrer de um dia.

➤ **Objetivos:**

- a. Observar a mudança de trajetória do Sol na última coleta de dados em relação à coleta de dados anterior.
- b. Verificar mudanças nas sombras devido à mudança de trajetória do Sol.
- c. Verificar que o ponto do nascer e do pôr do Sol não são coincidentes.
- d. Verificar que existem sombras ao meio-dia e que as sombras no meio do dia são as menores.

➤ **Desenvolvimento metodológico:**

- a. Reflexão individual da atividade.
- b. Reflexão da atividade em grupo.
- c. Simulação da trajetória do Sol e das sombras observadas no OLHE com o objeto de aprendizagem cúpula e uma lanterna de celular.
- d. Reflexão coletiva (turma).

➤ **Recursos didáticos:**

- a. Cúpula.
- b. Lanterna de celular.

➤ **Avaliação:**

Mediante participação e preenchimento das atividades.

Atividade 8 (E3) – Sol, sombra e ideias

➤ **Conteúdo:**

Sombra de uma haste no decorrer de um dia.

➤ **Objetivos:**

Verificar mudanças nas sombras devido à mudança de trajetória do Sol.

➤ **Desenvolvimento metodológico:**

- a. Reflexão individual da atividade e comparação com a atividade anterior (E2).
- b. Organização de grupos de trabalho para o registro de dados da próxima observação de sombras da haste.
- c. Colagem da foto da medição anterior.
- d. Discussão em grupos da foto (Atividade E2) e comparação com os dados da Atividade E1.

➤ **Recursos didáticos:**

Gnômon.

➤ **Avaliação:**

Mediante participação e preenchimento das atividades.

Atividade 9 (E4) – Sol, sombra e ideias

➤ **Conteúdo:**

Sombra de uma haste no decorrer de um dia.

➤ **Objetivos:**

Verificar mudanças nas sombras devido à mudança de trajetória do Sol.

➤ **Desenvolvimento metodológico:**

- a. Reflexão individual da atividade e comparação com as Atividades E1 e E2.
- b. Colagem da foto da medição anterior.
- c. Discussão sobre a foto em grupos (Atividade E3) e comparação com os dados da Atividade E1.

➤ **Recursos didáticos:**

Gnômon.

➤ **Avaliação:**

Mediante participação e preenchimento das atividades.

Atividade 10 (D3) – Sol, sombra e ideias

➤ **Conteúdo:**

Trajectoria do Sol ao longo do ano.

➤ **Objetivos:**

Observar as trajetórias registradas ao longo do ano e compreender que o movimento aparente do Sol é variável conforme a época e a maior e menor trajetória no céu.

➤ **Desenvolvimento metodológico:**

Comparação das quatro medidas registradas ao longo do ano com as previsões feitas na Atividade D2.

➤ **Recursos didáticos:**

Cúpula acrílica transparente.

➤ **Avaliação:**

Mediante participação e preenchimento das atividades.

Atividade 11 (A2) – Sol, sombra e ideias

➤ **Conteúdo:**

Sombra de uma haste no decorrer de dias.

➤ **Objetivos:**

Analisar os resultados dos dados de chuva e temperatura ao longo do ano.

➤ **Desenvolvimento metodológico:**

- a. Verificação do maior e do menor valor de chuva registrado, bem como dos registros de maior e de menor valor de temperatura com seus respectivos meses de ocorrência.
- b. Comparação dos dados obtidos com as previsões para chuva e temperatura realizadas nas Atividades B e C.
- c. Análise dos resultados registrados nos gráficos de chuva e temperatura situando-os com as estações do ano.
- d. Análise dos registros de trajetória do Sol situando-os nas estações do ano.

➤ **Recursos didáticos:**

- a. Cúpula acrílica transparente.
- b. Gráfico tridimensional pluviométrico.
- c. Gráfico bidimensional pluviométrico.
- d. Termométrico.

➤ **Avaliação:**

Mediante participação e preenchimento das atividades.

Atividade E (Consolidação extra) – Sol, sombras e ideias

➤ Conteúdo:

Sombra de uma haste no decorrer do dia.

➤ Objetivos:

- a. Pensar o local de observação estabelecendo-se referenciais.
- b. Entender o gnômon como indicador da posição do Sol e de sua trajetória.
- c. Perceber que a intensidade luminosa da luz não determina a variação do tamanho da sombra do gnômon.
- d. Perceber que uma fonte de calor, se for mantida à mesma distância de um objeto, possibilita calor maior ou menor para esse objeto conforme a inclinação da fonte.

➤ Desenvolvimento metodológico:

- a. Apresentação do equipamento com termômetro digital do interior/exterior da sala e com higrômetro.
- b. Cálculo da média pluviométrica do mês de abril e representação no painel do ciclo das estações do ano.
- c. Cálculo da temperatura média do mês de abril e representação no painel de anotações diárias de temperatura.
- d. Utilização da lâmpada móvel e de brilho variável para verificação do tamanho e da nitidez de sombras de uma haste vertical.
- e. Utilização de lâmpada móvel de brilho constante para verificação da variação de calor pela inclinação da lâmpada.
- f. Utilização do gnômon do OLHE para comparar com a demonstração da lâmpada e para verificar se as sombras projetadas pelo gnômon (nesta aula) deveriam coincidir com as marcações obtidas na coleta de dados do dia 24/04.
- g. Entrega das fotos das marcações de sombra da coleta do dia 24/04.
- h. Reflexão da atividade em grupo.
- i. Reflexão individual da atividade.

➤ **Recursos didáticos:**

- a. Gnômon.
- b. Giz.
- c. Trena.
- d. Calculadora.
- e. Painel do ciclo das estações do ano.
- f. Equipamento para variar o brilho de uma lâmpada (dimmer).

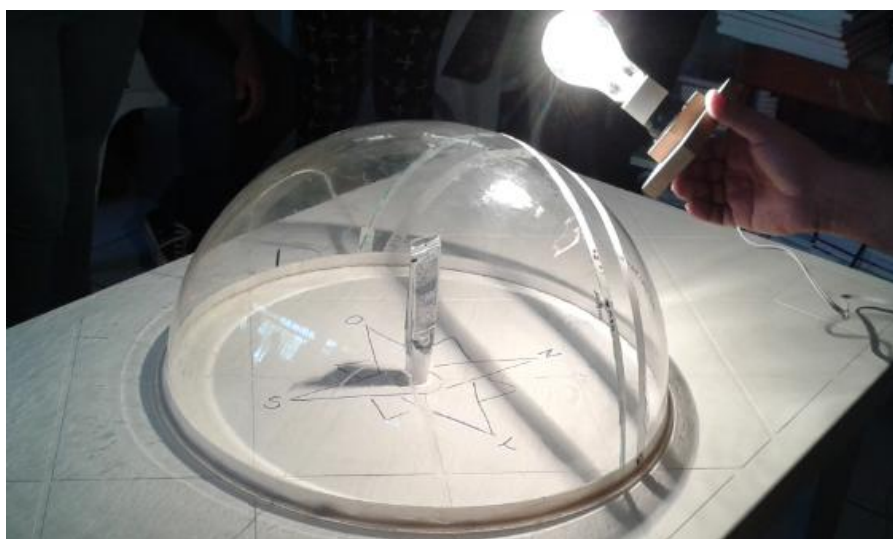
➤ **Avaliação:**

Mediante participação e preenchimento das atividades.

APÊNDICE D – UTILIZAÇÃO DA CÚPULA ACRÍLICA COM MARCAÇÕES DE TRAJETÓRIAS DO SOL



Estudante em momento de instrução para registro de dados da trajetória aparente do Sol.



Na imagem, uma simulação da trajetória do Sol utilizando-se de uma lâmpada para representar o Sol e a projeção de sombras do gnômon na mesa para as diferentes medidas obtidas em estações distintas.

APÊNDICE E – ESTAÇÕES DO ANO



APÊNDICE F – DADOS OBTIDOS PELOS ESTUDANTES NA ESCOLA

