

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CÂMPUS JATAÍ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA  
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**MARIA SUELI DA SILVA GONÇALVES**

**LIMITES E POSSIBILIDADES DA FORMAÇÃO DE CONCEITOS DE  
ASTRONOMIA NA PERSPECTIVA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL**

**JATAÍ  
2021**

### TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

#### Identificação da Produção Técnico-Científica

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese                                      | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação                    | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização               | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação                           | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico/Tecnológico - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Maria Sueli da Silva Gonçalves

Matrícula: 20172020280206

Título do Trabalho: Limites e possibilidades da formação de conceitos de astronomia na perspectiva do ensino desenvolvimental

#### Autorização - Marque uma das opções

1.  Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2.  Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ (Embargo);
3.  Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- O documento está sujeito a registro de patente.  
 O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.  
 Outra justificativa: \_\_\_\_\_

#### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jataí \_\_\_\_\_, 12/11/2021  
Local Data

Maria Sueli da Silva Gonçalves

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

**MARIA SUELI DA SILVA GONÇALVES**

**LIMITES E POSSIBILIDADES DA FORMAÇÃO DE CONCEITOS DE  
ASTRONOMIA NA PERSPECTIVA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Educação para Ciências e Matemática.

**Área de concentração:** Fundamentos, metodologias e recursos para a Educação para Ciências e Matemática.

**Linha de pesquisa:** Ensino de Física

**Orientador:** Dr. Rodrigo Claudino Diogo

**JATAÍ  
2021**

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)**

Gonçalves, Maria Sueli da Silva.

Limites e possibilidade da formação de conceitos de Astronomia na perspectiva do Ensino Desenvolvidor [manuscrito] / Maria Sueli da Silva Gonçalves. -- 2021.

141 f.; il.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Claudino Diogo.

Dissertação (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2021.

Bibliografias. Apêndices.

1. Ensino Desenvolvidor. 2. Ensino de Astronomia. 3. Experimento didático. I. Diogo, Rodrigo Claudino. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CÂMPUS JATAÍ

**MARIA SUELI DA SILVA GONÇALVES**

**ASTRONOMIA NA PERSPECTIVA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL: LIMITES E  
POSSIBILIDADES DA FORMAÇÃO DE CONCEITOS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre(a) em Educação para Ciências e Matemática, defendida e aprovada, em 25 de março de 2021, pela banca examinadora constituída por: **Prof. Dr. Rodrigo Claudino Diogo** - Presidente da banca / Orientador - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás; **Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza** - Membro interno - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás e **Profa. Dra. Anelisa Kisielewski Esteves** - Membro externo - Universidade Anhanguera - UNIDERP. A sessão de defesa foi devidamente registrada em ata que depois de assinada foi arquivada no dossiê da aluna.

*(assinado eletronicamente)*

**Prof. Dr. Rodrigo Claudino Diogo**

Presidente da banca / Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Documento assinado eletronicamente por:

• **Rodrigo Claudino Diogo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 04/07/2021 10:20:01.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 19/03/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 143115

Código de Autenticação: 05c5347e08



Dedico este texto para minha querida mãe que, em 2017, ficou extremamente feliz por minha aprovação. Sua alegria naquele dia me motivou a concluir o Curso, apesar dos desafios enfrentados durante esses anos. Dedico também ao meu orientador que foi professor e amigo incansável nos seus incentivos para a conclusão deste trabalho.

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus por me fortalecer tanto durante esses anos que se passaram, me amparando nos momentos de insegurança e medo e me fornecendo a coragem necessária para ser persistente.

Agradeço também ao meu orientador, Rodrigo Claudino, pelo incentivo e as contribuições feitas ao meu trabalho.

Sou grata aos meus pais, Olga e Carlos, mas, em especial à minha mãe que por muito tempo me disse para não desistir.

Por fim, ao meu marido João Batista que insistiu no meu sucesso nos momentos em que pensei que não conseguiria.

## RESUMO

Esta pesquisa trata-se da análise de um experimento didático formativo que foi desenvolvido em forma de um curso de astronomia aplicado na Educação Básica com alunos do curso Técnico Integrado Integral em edificações de uma escola pública do município de Jataí-Go. O objetivo foi investigar e apresentar quais as contribuições de um experimento didático formativo sobre astronomia para a formação de conceitos na perspectiva do ensino desenvolvimental de Davydov. Durante este experimento, foram trabalhados com os alunos conceitos relacionados a fenômenos de astronomia como estações do ano, eclipse lunar e solar, fases e lado visível da Lua. A construção do plano de ensino do experimento didático formativo foi inspirada no ensino desenvolvimental de Davydov e foi necessário, inicialmente, realizar um estudo lógico histórico sobre os fenômenos que seriam abordados com o objetivo de encontrar os conceitos nucleares. Logo em seguida, as tarefas foram elaboradas, aplicadas e analisadas. O processo de aplicação do experimento formativo contou com dois participantes e com duas unidades didáticas: a primeira contendo duas aulas e a segunda contendo cinco, cada uma com a duração de 90 min. Já no processo de coleta de dados para a análise, foi feita por meio da observação da professora e pesquisadora, gravação em vídeo e tarefas escritas realizadas pelos alunos. A análise dos registros audiovisuais transcritos iniciou-se com a identificação das ações de aprendizagem e o movimento de ascensão do abstrato ao concreto investigando possíveis indícios de generalização e de formação de conceitos. O produto consequente deste trabalho é um experimento didático formativo cujo propósito é fornecer aos professores da Educação Básica uma ferramenta para o ensino de astronomia que pode, à medida do possível, ser adequada de acordo com a realidade de cada escola. Os resultados obtidos indicaram que os alunos conseguiram realizar o processo de generalização dos conceitos gerais (rotação e translação) e aplicar esses conceitos para solucionar tarefas particulares, como as fases da Lua, eclipse, estações e lado visível da Lua. Essas especificidades são características de uma situação particular na qual o conceito geral é aplicado, o que implica em um processo de ascensão do abstrato ao concreto que caracteriza a formação de conceito, portanto, há indícios de que houve tal acontecimento. Além disso, os resultados evidenciam a capacidade de estabelecer ligações entre os diversos conceitos que foram apresentados aos alunos. Por fim, o estudo apontou uma metodologia que pode fomentar novas possibilidades metodológicas para a melhoria na Educação Básica.

**Palavras-Chave:** Ensino desenvolvimental; Ensino de Astronomia; Experimento didático formativo.

## ABSTRACT

This research is about the analysis of a formative didactic experiment, which was developed in the form of an astronomy course, being applied in basic education with students of the Integral Integrated Technical course in buildings of a public school in the city of Jataí. investigate and present the contributions of a didactic formative experiment on astronomy for the formation of concepts from the perspective of Davydov developmental teaching. During this experiment, concepts related to astronomy phenomena such as seasons of the year, lunar and solar eclipses, phases and visible side of the Moon were worked with the students. de Davydov, being necessary initially to carry out a historical logical study on the phenomena that would be addressed in order to find the core concepts, then the tasks were elaborated, applied and analyzed. Regarding the application process of the formative experiment, it had two participants and two teaching units, the first containing two classes and the second containing five, each lasting 90 min. In the process of data collection for analysis, it was done through observation of the teacher and researcher, video recording and through the written tasks performed by the students. The analysis of transcribed audiovisual records began with the identification of learning actions and the movement of ascension from the abstract to the concrete, investigating possible signs of generalization and formation of concepts. The resulting product of this work is a formative didactic experiment, which aims to provide basic education teachers with a tool for teaching astronomy, which can, as far as possible, be adapted to the reality of each school. The results obtained indicated that the students were able to carry out the generalization process of general concepts (rotation and translation) by applying these concepts to solve particular tasks, such as the phases of the Moon, eclipse, seasons and visible side of the Moon. of a particular situation to which the general concept is applied, which implies a process of ascension from the abstract to the concrete, which characterizes the formation of the concept, therefore, there are indications that such an event took place. Furthermore, the results show the ability to establish connections between the various concepts that were presented to the students. Finally, the study pointed out a methodology that can foster new methodological possibilities for improving basic education.

**Keywords:** Developmental teaching; Astronomy Teaching; Formative didactic experiment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Esquema explicativo das competências gerais da Educação Básica .....	21
Figura 2 - Representação escrita do aluno A1.....	54
Figura 3 - Representação escrita do aluno A2.....	55
Figura 4 - Materiais utilizados na atividade fases da Lua.....	56
Figura 5 - Típica figura encontrada em livros didáticos para explicar as fases da Lua.....	61
Figura 6 - Foto do aluno efetuando a alteração do modelo .....	63
Figura 7 - Materiais utilizados: Lado visível da Lua.....	65
Figura 8 - Lado visível da Lua.....	65

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Conteúdos referentes à Astronomia trabalhados no Ensino Fundamental .....	18
Quadro 2 - Síntese do plano de ensino.....	37
Quadro 3 - Visão geral das respostas.....	44
Quadro 4 - Evolução do modelo criado pelos alunos.....	79

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>ASTRONOMIA E ENSINO DESENVOLVIMENTAL.....</b>	<b>14</b>
2.1	Astronomia: um olhar na Base Nacional Comum Curricular e nas pesquisas na perspectiva do ensino desenvolvimental.....	14
2.2	Ensino Desenvolvimental e a formação de conceitos.....	22
<b>3</b>	<b>O EXPERIMENTO DIDÁTICO FORMATIVO .....</b>	<b>33</b>
3.1	Metodologia de pesquisa .....	33
3.2	Experimento didático formativo .....	35
3.2.1	<i>1ª etapa: Revisão da literatura e análise da realidade a ser pesquisada .....</i>	<i>35</i>
3.2.2	<i>2ª etapa: Elaboração do sistema didático experimental .....</i>	<i>36</i>
3.2.3	<i>3ª etapa: Desenvolvimento do experimento formativo .....</i>	<i>39</i>
3.2.4	<i>4ª etapa: Análise e discussão dos resultados.....</i>	<i>40</i>
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
4.1	PRIMEIRA UNIDADE DIDÁTICA .....	41
4.1.1	<i>Análise da tarefa diagnóstica .....</i>	<i>41</i>
4.1.2	<i>Segundo encontro: Estações do ano .....</i>	<i>46</i>
4.2	Segunda unidade didática .....	55
4.2.1	<i>Segundo encontro: Fases da Lua.....</i>	<i>55</i>
4.2.2	<i>Quarto encontro: Lado visível da Lua .....</i>	<i>64</i>
4.2.3	<i>Quinto encontro: análise da carta .....</i>	<i>71</i>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>77</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>83</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>86</b>
	<b>ANEXO A-GEOCENTRISMO X HELIOCENTRISMO: EVOLUÇÃO DOS MODELOS PARA O COSMO.....</b>	<b>87</b>
	<b>ANEXO B-HISTÓRIA DA CIÊNCIA: SURGIMENTO DOS CALENDÁRIOS.....</b>	<b>93</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>98</b>
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIMENTO .....</b>	<b>99</b>
	<b>APÊNDICE B – TAREFA DIAGNÓSTICA .....</b>	<b>101</b>
	<b>APÊNDICE C- PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>102</b>
	<b>APÊNDICESAPÊNDICE A- TAREFA DIAGNÓSTICA.....</b>	<b>125</b>
	<b>ANEXO A- GEOCENTRISMO X HELIOCENTRISMO: EVOLUÇÃO DOS MODELOS PARA O COSMO.....</b>	<b>127</b>
	<b>ANEXO B- HISTÓRIA DA CIÊNCIA: SURGIMENTO DOS CALENDÁRIOS.....</b>	<b>134</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Astronomia pode ser vista como uma ciência que desperta o fascínio e aguça a curiosidade dos estudantes e, com isso, contribui para ampliação do interesse pela Física. Além do que, o estudo e a prática da Astronomia oferecem a oportunidade para que o aluno construa uma visão global relacionada às grandes mudanças de paradigmas que ocorreram ao longo da História, por exemplo, a “disputa” entre os modelos geocêntrico e heliocêntrico. Outras potencialidades do ensino de Astronomia são abordadas por Langhi (2009):

Nas escolas, a astronomia promove este excitante papel motivador, tanto para alunos como para professores, pois, ao tocar neste assunto, a maioria dos jovens costuma desencadear uma enxurrada de perguntas sobre buracos negros, origem do universo, vida extraterrestre, tecnologia aeroespacial, etc. Este entusiasmo abre a oportunidade para o professor trabalhar, de modo interdisciplinar, as demais matérias escolares. Além do aspecto motivacional, a astronomia assume um papel diferenciador, que a pode distinguir das outras ciências, conferindo-lhe um certo grau “popularizável”, favorecendo a cultura científica [...]. (LANGHI, 2009.p. 10).

Além de a Astronomia constituir-se como uma ciência que possui relação com outras ciências, ela se faz presente no cotidiano das pessoas amplamente divulgada pelos meios de comunicação e em espaços informais, como planetários e observatórios. Essa exposição da Astronomia contribui, de acordo com Langhi e Nardi (2009), para que vá se tornando popular.

Sobre a perspectiva de Gleiser (2000), a Astronomia é uma ciência que tem como ponto chave responder aos anseios da humanidade abordados, inclusive, fora de contextos científicos. Como por exemplo, questões referentes à origem da vida ou à Astronomia, o que por sua vez, apresentam pontos positivos no que se refere ao envolvimento e curiosidade dos alunos. Além disso, outra questão apontada pelo autor é a integração entre a natureza, a formação cidadã e a paixão pela descoberta que, em sua concepção, pode ser potencializado pela Astronomia.

Diante das potencialidades da Astronomia para o ensino, surgiu o interesse pela pesquisa sobre o assunto que se iniciou durante a graduação. A disciplina de Astronomia, cursada durante a graduação no curso de Física, trouxe muitos momentos de discussões entre os colegas do curso de licenciatura em Física que apresentavam curiosidade sobre os assuntos e conteúdos tratados durante as aulas. Além disso, atuei como bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) e participei de alguns projetos envolvendo Astronomia, como a construção de um relógio de Sol com alunos do Ensino Médio e pude presenciar a curiosidade e interesse pelo tema. Já durante o Mestrado, tive contato com a teoria de ensino

desenvolvimental que foi apresentada pelo meu orientador, o que despertou o interesse de utilizá-la como parte da pesquisa. É na confluência desses interesses que a presente pesquisa tem como objetivo investigar e discutir quais as contribuições de um experimento didático formativo sobre Astronomia para a formação de conceitos na perspectiva do ensino desenvolvimental de Davydov.

O experimento didático formativo foi aplicado em uma turma da primeira série do Ensino Médio de edificações em forma de um curso realizado após o horário regular de aula e contou com um total de sete encontros de 90 minutos cada. Essas aulas foram divididas em duas unidades didáticas: a primeira com duas aulas e a segunda com cinco. O experimento foi inspirado na teoria do ensino desenvolvimental e, para isso, inicialmente, foi necessário realizar um estudo lógico-histórico sobre os conhecimentos referentes ao sistema Sol, Terra e Lua com a finalidade de encontrar um conceito geral que seria utilizado para solucionar os problemas propostos durante as aulas.

Destacamos que os conceitos encontrados se referem aos movimentos de rotação e translação que foram importantes para explicar os fenômenos: fases da Lua, estações do ano, eclipse lunar e solar e porque sempre vemos o mesmo lado da Lua. Nesse caso, os alunos apropriaram-se do conceito geral ao realizar uma adaptação e modificação no modelo explicativo inicialmente elaborado. Por exemplo, para explicar por que o lado visível da Lua é sempre o mesmo, eles tiveram que adaptar o modelo criado aplicando o movimento de translação e rotação da Lua e considerar que a rotação da Terra é sincronizada com a do satélite, porém essa modificação só foi necessária para explicar esse fenômeno em específico.

Após encontrar o conceito geral, o plano de ensino do experimento didático formativo foi elaborado. E, assim, foi iniciada a aplicação da primeira aula e de uma tarefa diagnóstica, o que possibilitou realizar algumas alterações no planejamento. Uma alteração ocorreu na aula referente às estações do ano, pois, em um primeiro momento, o experimento demonstrativo que evidenciava a diferença de intensidade dos raios solares quando a Terra está inclinada em relação ao Sol, o que não estava presente na primeira versão, mas foi adicionado após a leitura das respostas dos estudantes que demonstraram não conhecer a explicação correta para o fenômeno.

A metodologia adotada foi o experimento didático formativo que perpassa por quatro etapas segundo Aquino (2014). A primeira delas é a revisão da literatura dentro da perspectiva da teoria histórico-cultural e o diagnóstico da realidade a ser estudada; a segunda é referente à elaboração de um plano de ensino que esteja de acordo com a teoria estudada; a terceira é a aplicação do plano de ensino elaborado e, por último, temos a análise e elaboração do relatório de pesquisa.

A etapa de análise de dados foi feita após a transcrição das aulas. Nesse processo, inicialmente, procurou-se identificar as ações de aprendizagem propostas por Davydov (1988) presentes nas falas e na própria tarefa de ensino, buscando as evidências da ascensão do abstrato ao concreto e da generalização necessárias para a formação de conceitos. Em seguida, foi elaborado um quadro com a evolução dos modelos criados pelos alunos, com a finalidade de obter uma visão geral das adaptações feitas pelos estudantes no modelo criado inicialmente e verificar as particularidades de cada situação.

Por fim, este relatório de pesquisa se divide em cinco capítulos e são apresentados, ao final, os apêndices e anexos usados, bem como o produto elaborado.

## 2 ASTRONOMIA E ENSINO DESENVOLVIMENTAL

### 2.1 Astronomia: um olhar na Base Nacional Comum Curricular e nas pesquisas na perspectiva do ensino desenvolvimental

Para a realização desse trabalho, foi realizado um levantamento de dissertações na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), do ano de 2013 a 2018, sobre o ensino de Astronomia dentro da perspectiva da teoria histórico-cultural. Nessa busca foram encontrados um total de dois trabalhos: o de Carvalho (2016) e o de Lago (2013) – o que sugere que o ensino de Astronomia, na perspectiva histórico-cultural, ainda é uma área de investigação incipiente que, portanto, precisa ser mais pesquisada e divulgada. Vale destacar que, nessa análise, foram encontrados 32 trabalhos que discutem o ensino de Astronomia em outras áreas, o que evidencia seu caráter interdisciplinar. Esses trabalhos utilizaram a Astronomia como meio para o ensino de: Física (24 trabalhos), Matemática (3 trabalhos), Geografia (3 trabalhos), Biologia e Filosofia (1 trabalho cada).

Carvalho (2016), em seu trabalho “Da divulgação ao ensino: um olhar para o céu”, apresenta um estudo da evolução das relações do ser humano com o céu, realizando uma análise do movimento lógico-histórico referente ao tema, investigando também a visão dos professores sobre o ensino de Astronomia, para por fim, apresentar uma proposta baseada na análise feita por ele como proposta para ser desenvolvida em sala de aula. O autor também explora como a observação do céu pode se constituir em um objeto de ensino e, para isso, realiza a análise de três documentos focadas em Diretrizes Curriculares: os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o Currículo de Estado de São Paulo e a Base Nacional Comum (BNCC). A análise feita visava identificar nesses documentos:

- ✓ necessidade: a apropriação da cultura humana por meio da história da observação do céu;
- ✓ motivo: a compreensão do fenômeno, que nos levará a resposta da pergunta desencadeadora, depende da apropriação do conhecimento historicamente elaborado sobre o céu;
- ✓ objetivo: ensinar e aprender conteúdos de física/astronomia
- ✓ ações e operações: observação do céu, atividade do professor em elaborar uma proposta, trabalhos em grupo de estudantes, responder à questões, apropriar-se de conteúdos, elaborar explicações, etc. (CARVALHO, 2016, p. 87).

Quando Carvalho analisou os documentos e as respostas dos professores sobre a prática de ensino de Astronomia, chegou à conclusão de que as propostas dos documentos dão destaque à relação do homem com o céu como parte do seu desenvolvimento enquanto ser

humano. Observou ainda que, além de ser uma ciência que aparece como motivadora, desperta em geral a curiosidade e o interesse. Todavia, quando esses documentos apontam sugestões, ações e tarefas de ensino se alicerçam somente em aspectos históricos e no reconhecimento de astros que podem ser vistos a olho nu, não explorando temas mais abrangentes do cosmos. Além disso, destaca que existe um distanciamento entre a prática do professor e o currículo que se justifica, segundo a pesquisa, pelas condições objetivas nas quais operam professores e escola.

[...] nessa ciência a possibilidade de encontrar respostas para questões fundamentais que dizem respeito à sua existência. Nesse sentido, a observação do céu pode ser dirigida aos questionamentos como “como é o Universo?” ou “onde estamos no Universo?” (CARVALHO, 2016, p.19).

Ao longo da história, muitos conhecimentos foram acumulados e fazem parte da construção humana e a apropriação desses conhecimentos é o que nos torna humanos. Dessa forma, como a Astronomia é parte da cultura humana e a apropriação da cultura é o que realmente nos torna humanos, então a apropriação desses conhecimentos é parte do processo de humanização.

Já o trabalho de Lago (2013), intitulado “Lua: fases e facetas de um conceito”, faz um estudo lógico-histórico das fases da Lua, estabelecendo quais os significados atribuídos a esse conceito ao longo da história a partir da teoria histórico-cultural da atividade. Com base nesse delineamento histórico do surgimento dos conceitos que são trabalhados, o autor buscou identificar um conceito geral para, em seguida, com base na teoria histórico-cultural da atividade, realizar um experimento didático formativo que, posteriormente, seria aplicada para turmas do nono ano. A intervenção contou com um total de quinze aulas e fez uso de experimentos, observação, simulação e criação de modelos, interpretação e produção textual, desenhos e entrevistas. Ao final, apresentou, segundo o autor, resultados positivos sobre a assimilação dos modelos astronômicos propostos, sendo possível observar o processo de ascensão do pensamento abstrato para o pensamento concreto. É preciso destacar que tal avanço é o esperado em situações de ensino-aprendizagem escolar.

Lago (2013), assim como Carvalho (2016), refere-se ao estudo da Astronomia como parte da apropriação cultural e defende que o estudo dessa área de conhecimento é relevante para garantir que o aluno seja consciente do lugar em que ocupa no universo. Ainda, segundo o autor, para alcançar tal objetivo na formação do estudante, é necessário conhecer:

[...] a própria história e cultura, propondo aos sujeitos, um autoconhecimento a partir da Ciência, em particular da Astronomia. Esta dimensão filosófica permite aos alunos sair do seu cotidiano imediato, dos problemas da comunidade local e seguir rumo à compreensão das relações dos encantos do cosmos e do próprio conhecimento com seu viver. (LAGO, 2013, p. 12-13).

Quando os alunos estudam a historicidade dos conceitos referentes ao universo estão compreendendo sua história enquanto seres humanos, já que esses saberes fazem parte da cultura da humanidade, o que permite sair das particularidades do cotidiano imediato, referente ao lugar onde se encontra rotineiramente e caminhar e ampliar a perspectiva em direção ao entendimento amplo do cosmos.

As pesquisas de Lago (2013) e Carvalho (2016), apresentaram algumas contribuições para elaboração deste trabalho pelo fato de que ambos descrevem o processo lógico-histórico de alguns conhecimentos astronômicos, o que auxiliou na identificação do conceito geral que seria explorado no experimento didático formativo realizado nesta pesquisa: os movimentos de rotação e translação.

Além disso, a pesquisa de Lago (2013) apresenta uma sequência de ensino que inspirou algumas tarefas propostas no produto educacional deste trabalho. Já a pesquisa de Carvalho (2016), faz uma análise de alguns documentos que demonstram a necessidade do ensino de Astronomia, primordialidade também indicada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o que justifica, em partes, a necessidade de pesquisas que debatem sobre metodologias de ensino para esse conteúdo. Com relação ao ensino de Astronomia, os autores descrevem que apesar das potencialidades, existem diversos problemas enfrentados pelos professores na hora de ensinar esses conteúdos, uma vez que existe pouco conhecimento científico sobre a temática por parte desses profissionais, o que pode ser ocasionado por uma formação inicial precária, em decorrência da curta duração das disciplinas relacionadas ao assunto durante o processo de formação.

Segundo Languì e Nardi (2009), temos também a carência de material bibliográfico com informações confiáveis e a presença de erros conceituais em livros didáticos. Além disso, os autores mencionam em seu artigo, intitulado “Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica”, a formação de professores no âmbito do ensino de Astronomia, que a formação continuada voltada para essa área se limita a debater conhecimentos específicos sem apresentar aspectos conceituais metodológicos que contribuam para a prática docente. Outro ponto de destaque sobre os cursos de formação continuada é que deixam de considerar as pesquisas voltadas para o ensino de Astronomia nos últimos anos,

favorecendo em grande parte somente o conteúdo específico, que é importante para a formação docente, porém, a pesquisa feita por Langhi e Nardi (2009) mostra que essa perspectiva de formação continuada não é suficiente para mudar a prática do docente em sala.

Além das potencialidades do ensino de Astronomia mencionadas, Langhi e Nardi (2012) apresentam uma lista de justificativas para o ensino desse conteúdo:

- ✓ Contribui para uma visão de conhecimento científico enquanto processo de construção histórica e filosófica;
- ✓ Representa um exemplo claro de que a ciência e a tecnologia não estão distantes da sociedade;
- ✓ Desperta a curiosidade e a motivação nos alunos e nas pessoas em geral;
- ✓ Potencializa um trabalho docente voltado para a elaboração e aplicação autônoma de atividades práticas contextualizadas, muitas destas sob a necessidade obrigatória de uma abordagem de execução tridimensional que contribua para a compreensão de determinados fenômenos celestes;
- ✓ Implica atividades de observação sistemática do céu a olho nu e com telescópios (alguns construídos pelos alunos e professores, desmistificando sua complexidade);
- ✓ Conduz o habitante pensante do planeta Terra a reestruturações mentais que superam o intelectualismo e o conhecimento por ele mesmo, pois as compreensões do universo em que vivemos proporciona o desenvolvimento de aspectos exclusivos da mente humana, tais como, fascínio, admiração, curiosidade, contemplação e motivação;
- ✓ Apresenta potencialidades de interdisciplinaridade;
- ✓ Sua educação e popularização podem contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica, da cultura, da desmistificação, do tratamento pedagógicos de concepções alternativas, da criticidade sobre notícias midiáticas sensacionalistas e de erros conceituais de livros didáticos;
- ✓ Fornece subsídios para o desenvolvimento de um trabalho docente satisfatoriamente em conformidade com as sugestões dos documentos oficiais para a educação básica nacional, a partir da sua inserção na formação inicial e continuada de professores;
- ✓ Possui potenciais de ensino e divulgação, ainda nacionalmente pouco explorados, nos âmbitos das comunidades de astrônomos profissionais e semiprofissionais (amadores colaboradores com profissionais), bem como de estabelecimentos específicos onde esses atuam (observatórios, planetários e clubes de Astronomia). (LANGHI; NARDI, 2012, p. 111).

São dez as justificativas elencadas pelos autores que apontam para a necessidade de aprofundamento e ampliação desse assunto nas licenciaturas. Para além da discussão acerca dos limites e potencialidades do ensino e da aprendizagem de Astronomia no Ensino Médio, é

preciso destacar que a Astronomia deve se fazer presente – e de forma recorrente – na Educação Básica, conforme consta no mais recente documento oficial, a BNCC, em suas versões para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental, doravante BNCC-EF (BRASIL, 2017) e para o Ensino Médio, denominada BNCC-EM (BRASIL, 2018).

O Ensino Fundamental, dentro da perspectiva da nova Base, apresenta as chamadas unidades temáticas, cuja finalidade é definir a organização dos objetos de conhecimento ao longo do Ensino Fundamental. Assim, dentro de cada unidade temática, são apresentados diversos conteúdos. Por exemplo, a Astronomia está presente na componente curricular de Ciências dentro da unidade temática Terra e Universo que está aparece em todos os anos do Ensino Fundamental, porém com conteúdo diversos. Para exemplificar, o quadro 1 apresenta alguns conteúdos da Astronomia e os respectivos anos do Ensino Fundamental, segundo a BNCC-EF (BRASIL, 2017):

**Quadro 1- Conteúdos referentes a Astronomia trabalhados no ensino fundamental**

<b>Conteúdo de Astronomia</b>	<b>Ano(s) do ensino fundamental, conforme BNCC-EF (BRASIL, 2017)</b>
<p><b>Escalas de tempo: como ocorrem os dias, noites semanas e anos, bem como a passagem de tempo influencia as atividades diárias do ser humano.</b></p> <p><b>Movimento aparente do Sol no céu O Sol como fonte de luz e calor: As posições do Sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho da sombra projetada e efeitos da radiação solar em diferentes superfícies.</b></p>	<p>Primeiro, segundo e quarto anos (BRASIL, 2017, p. 332 - 335)</p>
<p><b>Características da Terra Observação do céu Usos do solo: características da Terra (como seu formato esférico, a presença de água, solo etc.).</b></p> <p><b>Pontos cardeais Calendários, fenômenos cíclicos e cultura: pontos cardeais, com base no registro de diferentes posições relativas do Sol e da sombra de uma vara (gnômon). Associar os movimentos cíclicos da Lua e da Terra a períodos e a construção de calendários em diferentes culturas.</b></p>	<p>Terceiro e quarto anos (BRASIL, 2017, p. 33-336)</p>

<p><b>Constelações e mapas celestes Movimento de rotação da Terra Periodicidade das fases da Lua Instrumentos óticos: constelações, os períodos do ano em que elas são visíveis no início da noite, movimento de rotação da Terra, a periodicidade das fases da Lua, dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas).</b></p> <p><b>Forma, estrutura e movimentos da Terra: camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera), tipos de rocha, relacionando a formação de fósseis a rochas sedimentares em diferentes períodos geológicos, esfericidade da Terra, movimentos relativos entre a Terra e o Sol, movimentos de rotação e translação da Terra e inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol.</b></p>	<p>Quinto e sexto anos (BRASIL, 2017, p. 340 - 345)</p>
<p><b>Composição do ar Efeito estufa Camada de ozônio Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis) Placas tectônicas e deriva continental: composição do ar, efeito estufa e seu papel para o desenvolvimento da vida, camada de ozônio para a vida na Terra, placas tectônicas e deriva continental.</b></p> <p><b>Sistema Sol, Terra e Lua Clima: Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua, movimentos de rotação e translação da Terra e analisar o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra e as estações do ano. Climas regionais e aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra e as principais variáveis envolvidas na previsão do tempo e simular.</b></p>	<p>Sétimo e oitavo anos (BRASIL, 2017, p. 346 - 349)</p>
<p><b>Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo Astronomia e cultura Vida humana fora da Terra Ordem de grandeza astronômica Evolução estelar: composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo, diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas, vida fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e</b></p>	<p>Nono ano (BRASIL, 2017, p. 350 - 351)</p>

<p><b>nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares, ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta</b></p>	
---	--

Fonte: Elaborado pela autora.

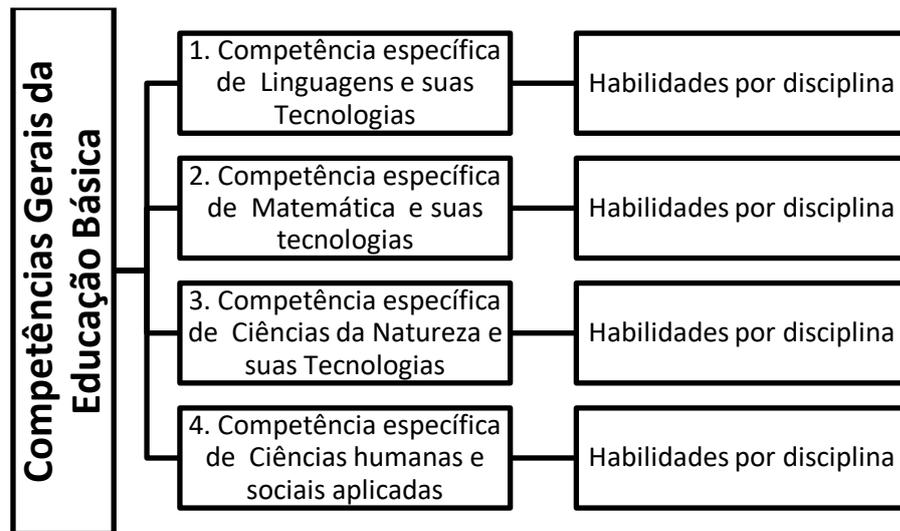
São dez os temas elencados para serem tratados do primeiro ao nono anos e que deverão ser abordados aos alunos. Ainda sobre a unidade temática Terra e Universo, a BNCC-EF (BRASIL, 2017), esclarece que:

[...] na unidade temática Terra e Universo, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais seres vivos, bem como de observação dos principais fenômenos celestes. Além disso, ao salientar que a construção dos conhecimentos sobre a Terra e o céu se deu de diferentes formas em distintas culturas ao longo da história da humanidade, explora-se a riqueza envolvida nesses conhecimentos, o que permite, entre outras coisas, maior valorização de outras formas de conceber o mundo, como os conhecimentos próprios dos povos indígenas originários. (BRASIL, 2017, p. 328).

Dessa forma, durante o Ensino Fundamental devem ser trabalhados, segundo a BNCC-EF, vários fenômenos que envolvem os astros Terra, Lua e Sol, inclusive estabelecendo relação com aspectos históricos, como as visões geocêntrica e heliocêntrica. Assim, “A partir de uma compreensão mais aprofundada da Terra, do Sol e de sua evolução, da nossa galáxia e das ordens de grandeza envolvidas, espera-se que os alunos possam refletir sobre a posição da Terra e da espécie humana no Universo.” (BRASIL, 2017, p. 329).

Quando se passa ao Ensino Médio, segundo a BNCC-EM, cada área de conhecimento apresenta competências específicas e, a partir destas, temos as habilidades de cada área conforme o esquema apresentado na Figura 1:

**Figura 1- Esquema explicativo das competências gerais da educação básica**



Fonte: Adaptado de Brasil (2018, p. 469).

Na BNCC-EM, em Ciências da Natureza, a Astronomia aparece na temática descrita abaixo, que se desdobra na competência 2 e em duas habilidades relacionadas com o tema.

Vida, Terra e Cosmos, resultado da articulação das unidades temáticas Vida e Evolução e Terra e Universo desenvolvidas no Ensino Fundamental, propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente. (BRASIL, 2018, p. 549).

O trecho citado acima indica que a competência responsável por mobilizar conhecimentos relacionados a essa temática é a competência número 2 que pode ser trabalhada em qualquer série do Ensino Fundamental e tem como finalidade:

Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis. (BRASIL, 2018, p. 542).

Portanto, a competência número 2, abrange conteúdos das três disciplinas presentes na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Física, Química e Biologia, conforme consta na descrição do conteúdo feito pela própria BNCC-EM:

[...] origem da Vida; evolução biológica; registro fóssil; exobiologia; biodiversidade; origem e extinção de espécies; políticas ambientais; biomoléculas; organização celular; órgãos e sistemas; organismos; populações; ecossistemas; cadeias alimentares; respiração celular; fotossíntese; reprodução e hereditariedade; genética mendeliana; processos epidemiológicos; espectro eletromagnético; modelos cosmológicos; astronomia; gravitação; mecânica newtoniana; previsão do tempo; entre outros. (BRASIL, 2018, p. 542).

Tendo em vista o exposto sobre a BNCC, é perceptível que a Astronomia se configura como um importante objeto de ensino, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, superando a visão de que os conteúdos tenham caráter apenas motivador. Assim, destacamos a necessidade de pesquisas na área do ensino de Astronomia, especialmente na perspectiva da teoria do Ensino Desenvolvimental, uma vez, que é uma ciência que apresenta potencialidades em termos de ensino e que também está fortemente presente no novo documento oficial da BNCC no Ensino Fundamental e Médio, o que abre espaço para que, cada vez mais, essa ciência esteja mais presente na sala de aula nessa etapa fundante que é a Educação Básica.

Nossa pesquisa aponta a necessidade de que os conteúdos de Astronomia estejam dispostos na Matriz Curricular de modo a garantir que os estudantes compreendam sua importância e os utilizem cada vez mais.

## **2.2 Ensino Desenvolvimental e a formação de conceitos**

Para o desenvolvimento desta pesquisa – que trata de métodos de ensino-aprendizagem – é importante destacar que, para que um determinado método exista, é necessário que pesquisadores desenvolvam pesquisas, em geral em níveis de Mestrado e Doutorado, e que os formule de forma escrita. O Método Desenvolvimental abordado nessa dissertação de mestrado foi desenvolvido no século XX e teve um pesquisador soviético como seu formulador. Vasily Vasilyevich Davydov nasceu na cidade de Moscou no ano de 1930 e morreu aos 68 anos, em 1998. De acordo com Libâneo e Freitas (2015), Davydov adentrou na Universidade de Filosofia na Faculdade de Filosofia da Universidade Estadual de Moscou, onde se formou em Psicologia no ano de 1953. Após se graduar, fez uma pós-graduação em Filosofia e concluiu o doutorado na área da Psicologia em 1970. Davydov é conhecido pela formulação da teoria do Ensino

Desenvolvimental, tendo como uma de suas principais referências os princípios da teoria histórico-cultural de Vygotsky um pensador marxista bastante conhecido dentro e fora de seu país.

Libâneo e Freitas (2015) apresentam que, apesar de Davydov sofrer influências de outros teóricos como: Leontiev, Luria, Rubinstein, Galperin, Zaporozhets, Solokv, Elkonin, dentre outros autores que foram seus professores, elaborou sua própria teoria que foca seus esforços em levar o aluno ao processo de desenvolvimento cognitivo. Processo esse que inicia com a capacidade já dominada e consiste em levar o aprendiz a perpassar pela capacidade de generalização e formação de conceitos, o que significa afirmar que o conteúdo foi compreendido, sendo possível notar ainda que ocorre também por meio da ascensão do abstrato ao concreto.

O conceito é a forma refletida e pensada de determinado objeto, é o reflexo da realidade que é feito por meio do pensamento, portanto, exige um processo de abstração do real que é parte fundamental das formas de ensinar e aprender. Formular o conceito e compreendê-lo implica que o aluno busque a essência dessa realidade concreta, ultrapasse as aparências imediatas e, para isso, parta do geral para o particular. Davydov corrobora com isso e:

[...] explica que na atividade humana prática (real), ao buscar obter algo particular o ser humano utiliza símbolos e padrões que não pertencem à sua particularidade deste algo e sim à sua universalidade, na forma de um conceito. O conceito é a forma refletida e pensada do objeto, elaborada em forma abstrata, geral e universal, e apresentada como um sistema de relações dentro de uma área do conhecimento. (FREITAS, 2016, p. 391).

Nessa perspectiva, o conceito é aquilo que é geral e abstrato do objeto, portanto, antecede os aspectos particulares, ou seja, é a essência universal. Por exemplo, um médico cardiologista, enquanto aluno, precisou primeiramente ter o entendimento do funcionamento geral do corpo humano, teve que abstrair os conhecimentos e, somente depois, estudar o coração, mas como algo particular e com características gerais (do corpo humano) e específicas do próprio coração.

Similarmente, no processo de ensino aprendizagem escolar é preciso estabelecer uma conexão entre o que é geral e os vários conceitos específicos que são estudados em cada disciplina, tal processo garantirá a habilidade de generalização e a ascensão constante que o aluno terá de fazer indo do abstrato ao concreto que será explicada mais à frente. Assim, o conceito é

[...] a forma de atividade mental por meio da qual se reproduz o objeto idealizado e o sistema de suas relações, que em sua unidade refletem a universalidade ou a essência do movimento do objeto material. O conceito atua, simultaneamente, como forma de reflexo do objeto material e como meio de sua reprodução mental, de sua estruturação, isto é, como ação mental especial. (DAVYDOV, 1988, p.128).

É o próprio reflexo da realidade pensada, na qual o aluno entende o conceito geral e estabelece relação entre outros conceitos, que podem ou não estar ligados a diversas disciplinas estudadas. Quando os alunos percebem essa relação é que interiorizam o conceito mentalmente, realizando a generalização e a ascensão do abstrato ao concreto o que, segundo Davydov (1988), possibilita que eles consigam aprender sozinhos e que se tornem capazes de fazer deduções e conexões com maior autonomia.

Dessa forma, os conceitos se constituem como parte de conhecimentos que foram adquiridos historicamente pela sociedade e é por meio deles que estabelecemos relações com suas manifestações particulares. Portanto, como parte da história e cultura da humanidade, devem ser ensinados e, quando isso acontece, o professor de acordo com Davydov (1988), deve orientar seus alunos a compreender o caminho que é percorrido pelos cientistas até chegarem ao conceito para que entendam seu surgimento, seu desenvolvimento e sua generalização. Assim, o planejamento das tarefas escolares que serão realizadas pelos estudantes, não deve apenas fornecer a resposta pronta, mas levá-los a investigar como o conceito se aperfeiçoou. O ensinar é um processo dialético de ir construindo o saber e nisso resumem-se as concepções revolucionárias de ensino de Vygotsky<sup>1</sup> e Davydov.

Davydov (1988) aponta que o percurso para que um conceito seja formado de forma cognoscível e não apenas decorado, passa pela generalização, como já mencionado, e a historicidade é primordial:

Este percurso de assimilação do conhecimento tem dois aspectos característicos. Em primeiro lugar, o pensamento dos escolares se move de forma orientada do geral para o particular (no começo buscam identificar o núcleo inicial do material de estudo; depois, tendo por base este núcleo, deduzem as diversas particularidades do material dado). Em segundo lugar, tal assimilação está

---

<sup>1</sup> Se houvesse que definir a especificidade da teoria de Vygotsky por uma série de palavras e de fórmulas chave, seria necessário mencionar, pelo menos, as seguintes: sociabilidade do homem, interação social, signo e instrumento, cultura, história, funções mentais superiores. E se houvesse que reunir essas palavras e essas fórmulas em uma única expressão, poder-se-ia dizer que a teoria de Vygotsky é uma “[...] teoria socio-histórico-cultural do desenvolvimento das funções mentais superiores [...]”, ainda que ela seja chamada mais frequentemente de “[...] teoria histórico-cultural [...]”. (COELHO, 2010, p. 15)

orientada para que os escolares explicitem as condições de origem do conteúdo dos conceitos que estão assimilando. (DAVYDOV, 1988, p. 167).

De acordo com Davydov (1988), a percepção do percurso lógico e histórico contribui para que o aluno amplie sua forma de ver o mundo, seu modo de agir e passe a se situar como alguém que passa a fazer uso direto e indireto do que aprendeu para transmitir esse conhecimento para as gerações posteriores. Além disso, a percepção das coisas e do mundo é formada ao longo da história por dois pensamentos: o empírico e o teórico. Com relação aos dois pensamentos e a atuação em sala de aula, Freitas (2016) menciona que os professores necessitam adquiri-los bem como saber da importância de suas consequências para os processos bem sucedidos de ensino.

O pensamento empírico é apresentado como algo que remete à lógica formal presente no ensino dos conteúdos escolares. Trata-se de um processo de generalização que “[...] consiste na criança realizar por meio da comparação, a separação em grupos de objetos conforme as suas propriedades comuns [...]” (DAVYDOV, 1988, p. 59). Dessa forma, segundo Freitas (2016), o estudo se inicia quando o aluno examina os aspectos imediatos e aparentes do objeto que estuda e que podem ser percebidos por meio da observação, do olfato, da audição e do toque. Após um processo cuidadoso de observação, comparação, classificação e estudo do objeto, os sujeitos produzem uma abstração.

De acordo com Davydov (1988), na generalização conceitual empírica:

[...] não se separam, justamente, as particularidades essenciais do objeto, a conexão interna de seus aspectos. Dita generalização não assegura, no conhecimento, a separação entre os fenômenos e a essência. As propriedades externas dos objetos, sua aparência se toma aqui pela essência. Então: a lógica formal tradicional e a psicologia pedagógica descrevem somente os resultados do pensamento empírico, que resolve as tarefas de classificar objetos segundo seus traços externos e identificá-los. (DAVYDOV, 1988, p. 108).

Frente ao exposto, o ensino que se alicerça na transmissão de conhecimento leva a um processo de generalização limitado, favorecendo a lógica formal e que se propõe a compreender aquilo que é visível, ou seja, a aparência. Nesse caso, o ensino se configura como uma barreira para a descoberta da essência dos objetos, o que ocasiona uma visão fragmentada da construção do conhecimento científico que é apresentado sem um processo investigativo e criativo. Com esse método, Davydov (1988) aponta que a formação do pensamento empírico parte do

particular para o geral e, nessa situação, o geral aparece como os resultados da comparação entre os objetos singulares e uma determinada classe de objetos. Nesse caso, o geral aparece

[...] como resultado da ascensão do sensorial concreto ao mental-abstrato, expresso na palavra. Neste esquema, os termos "empírico" e "teórico" recebem uma interpretação peculiar. O primeiro é o sensorial-concreto e o segundo, o abstrato-geral, verbal. Quanto mais alto o nível de generalização, quer dizer, quanto maior o conjunto de diferentes objetos que entoam na classe dada, mais abstrato e "teórico" será o pensamento. A capacidade para pensar abstratamente se interpreta como índice de um alto nível de desenvolvimento do pensamento. (DAVYDOV, 1988, p. 114).

A trajetória descrita acima refere-se ao pensamento empírico e se apresenta como eficiente para solucionar tarefas de caráter utilitário, nas quais o conhecimento das características visíveis favorece um processo de generalização do concreto ao abstrato, que se restringe à descrição superficial do que é observável e imediato, deixando de lado os processos históricos e investigativos presentes na construção de um conhecimento.

Apesar de reconhecer o grau de importância do pensamento empírico, Davydov (1988) aponta que ele não é suficiente para a formação cognitiva ou conceitual dos sujeitos. Ao propor sua teoria de formação de conceitos, destaca o papel do pensamento teórico que permite ao sujeito identificar a essência do objeto de forma integral, não se limitando apenas à aparência, o que significa “[...] conhecê-lo integralmente e não apenas em parte, apreender sua existência mediada por símbolos, descobrir e recriar suas propriedades, compreender suas relações e conexões gerais e particulares a partir de sua origem ou base genética [...]”. (FREITAS, 2016, p. 399). Sendo assim, aprender conceitos não se baseia em uma padronização, já que cada sujeito pode ter uma forma original para compreender e dispor do raciocínio que faz para aprender determinado conceito. Destarte, o pensamento teórico exige que o sujeito tenha a capacidade de conhecer e compreender os fenômenos e suas relações com o mundo em sua essência a partir de relações mediadas.

Esse método de ensino propõe superar tanto o imediatismo quanto a padronização do pensamento empírico. Esse pensamento se manifesta no conhecimento científico e se alicerça nas capacidades mentais do estudante de chegar aos conceitos gerais para estabelecer ligações com os conceitos particulares ao realizar o processo de ascensão do abstrato ao concreto – aí, o sujeito aprende, isto é, abstrai.

Essa ascensão, de acordo com Davydov (1988), ocorre, inicialmente, quando o sujeito se apropria da realidade por meio do pensamento e realiza o que o autor chama de abstração. A abstração não pode ser superficial, ao contrário, deve ir além das aparências captando a totalidade do objeto e suas conexões. Tal captação permite aplicar a generalização a diversas situações particulares, conservando suas especificidades e as reproduzindo mentalmente, o que caracteriza a ascensão do abstrato ao concreto. Assim, ascender do abstrato ao concreto é o modo no qual o pensamento se apropria da realidade concreta, reproduzindo as relações entre os conceitos no concreto mental. No entanto, para que esse processo seja desenvolvido pelos estudantes, eles devem estar em atividade de estudo.

O conceito de atividade citado por Davydov foi estabelecido por Leontiev (2004) que define o trabalho como atividade que forma a consciência humana e social. Há a compreensão, nessa abordagem, que o trabalho modifica a natureza do homem, possibilita o processo de humanização em que o mesmo se apropria da cultura deixada pela humanidade e, com o tempo, modifica-a. Ao fazer esse exercício, o homem modifica a natureza e a si próprio e é, portanto, a atividade que desenvolve no homem a compreensão de si, do outro e de ambos no mundo.

No entanto, nem todos os processos podem ser caracterizados como atividade visto que, “[...] por atividade, designamos os processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar esta atividade, isto é, o motivo.” (LEONTIEV, 2004, p. 68).

Assim, a atividade como objeto de estudo da Psicologia não é apenas parte da construção da psique, mas é algo vital para a vida do sujeito para a formação de uma unidade dialética com a consciência. O autor aponta ainda que “A atividade humana não poderia [...] ter outra estrutura que a criada pelas condições sociais e as relações humanas que dela decorrem.” (LEONTIEV, 2004, p. 106). As contradições estabelecidas por essa relação são explicitadas por meio da compreensão de que a consciência de um sujeito depende das suas condições históricas e concretas, o que evidencia as particularidades da estrutura psíquica de cada indivíduo.

Além disso, o desenvolvimento mental do sujeito, assim como sua consciência e todos os processos mentais, iniciam-se pela atividade que sofre mudanças ao longo da vida do indivíduo, uma vez que a atividade principal de uma criança não é a mesma de um adulto, visto que, “[...] cada período de desenvolvimento associado à idade é caracterizado por um tipo básico ou principal de atividade” (DAVYDOV, 1988, p.13). Essa dinâmica da atividade, que pode se tornar mais complexa à medida que as atividades vão ampliando é o que permite a formação da consciência ética e holística do homem e o diferencia de outras espécies de acordo com Davydov.

Em idade escolar, a criança apresenta diversas atividades, porém a principal delas é a atividade de estudo. Davydov (1988) afirma que é por meio dela que o processo de generalização e apropriação do trabalho humano ao longo da história é feito. Ainda, de acordo com o autor, é esse estudo que prepara os sujeitos para a ação do trabalho, portanto é sua principal função social. Na atividade de estudo, quando nos referimos ao processo de aprendizagem, trata-se do momento em que os estudantes:

[...] reproduzem não somente o conhecimento e habilidades correspondentes aos fundamentos daquelas formas de consciência social, mas também as capacidades construídas historicamente, que estão na base da consciência e do pensamento teóricos: reflexão, análise e experimento mental. (DAVYDOV, 1988, p.304)

Essa atividade determina o desenvolvimento da consciência, do pensamento e da própria personalidade da criança. Quanto ao conteúdo dela, é o conhecimento teórico que a criança assimila quando, de acordo com Davydov (1988), resolve tarefas de aprendizagem na escola e na sala de aula, perpassando as ações de aprendizagem (transformação dos dados do problema, modelação, controle, avaliação etc.) que serão expostas novamente mais à frente no texto.

Davydov (1988) acrescenta ainda que, na atividade de estudo ocorre a ascensão do abstrato ao concreto ao perpassar por essas ações e realizar a generalização dos conceitos teóricos estudados. Nesse momento, o aluno executa um processo lógico histórico, nesse caso o

[...] pensamento dos alunos, no processo da atividade de estudo, de certa forma, se assemelha ao raciocínio dos cientistas, que expõem os resultados de suas investigações por meio das abstrações, generalizações, e conceitos teóricos substantivos, que exercem um papel no processo de ascensão do abstrato ao concreto. (DAVYDOV, 1988, p. 165).

Mesmo que o estudante tenha pensamentos semelhantes aos dos cientistas na atividade de estudo, é preciso destacar que eles não são idênticos. O aluno não cria conceitos, imagens, valores e normas da moralidade social, apenas se apropria deles durante a atividade de estudo e, de acordo com Davydov (1988), executa ações mentais semelhantes as que foram historicamente construídas.

Davydov (1988) descreve a atividade como uma estrutura complexa que se inicia por meio das necessidades que, por sua vez, tem relação com: necessidades, motivos, objetivos, tarefas, ações e operações. Tendo uma necessidade, o sujeito apresentará um motivo diretamente ligado com a satisfação dessa necessidade, ou seja, sem a necessidade não existe o motivo. Longarezi e Franco (2015) definem o motivo como aquilo que

[...] move o sujeito para a satisfação de uma necessidade. Sem motivos e necessidades não existe atividade. A atividade supõe a satisfação da necessidade e o motivo está relacionado com a satisfação de uma ou várias necessidades. Portanto, tem origem em uma necessidade. (LONGAREZI; FRANCO, 2015, p.101).

Dessa forma, os motivos emergem da relação entre necessidade e o objeto e são capazes de estimular e impulsionar a atividade, sendo também um dos elementos necessários para a distinção entre ação e atividade, já que nem toda ação executada pelo sujeito pode ser considerada como uma atividade.

Leontiev (2010) cita um exemplo para o entendimento das relações entre atividade e ação: um estudante precisa ler um livro para a realização de uma avaliação. Ao longo dos dias de estudo e leitura, ele recebe a notícia de que o conteúdo do livro não será cobrado na prova. Nesse instante, o aluno pode interromper a leitura ou continuar com ela. Na primeira situação, o motivo para a leitura é ser aprovado na avaliação, portanto o que ocorreu foi uma ação, já que o motivo do sujeito não coincidiu com a finalidade proposta pela ação de ler o livro, sendo assim, o sujeito não está em atividade de estudo. No segundo caso, o estudante está em atividade, pois o motivo que o levou a continuar a leitura coincidiu com a finalidade proposta de adquirir conhecimento. Logo, pode-se dizer que alguma necessidade de conhecer e compreender foi satisfeita pelo livro e foi atribuído um sentido à leitura.

Nessa perspectiva, a segunda situação exemplifica a relação entre ação e atividade e demonstra a coincidência entre o objeto e o motivo na construção da conceituação de atividade uma vez que o motivo do estudante coincidiu com objeto que se refere à finalidade da ação. A coincidência entre o objeto e o motivo ocorreu quando o objeto, que se refere à finalidade de ler o livro, coincidiu com o motivo do próprio sujeito, então a ação se transformou em uma atividade.

Já o ensino aparece como o responsável para que o sujeito se desenvolva a partir da necessidade de a ação ser transformada em atividade em decorrência do estabelecimento da necessidade de conhecimento:

O conhecimento, como fim consciente de uma ação, pode ser estimulado por um motivo que responde à necessidade natural de qualquer coisa. Mas a transformação deste fim em motivo é também a criação de uma necessidade nova, neste caso de uma necessidade de conhecimento. (LEONTIEV, 2004, p. 115-116).

Nesse processo, o professor desempenha um papel fundamental, pois cabe a ele a função de planejar e realizar processos que desencadeiem o surgimento de uma necessidade de conhecimento por parte dos estudantes. Isso exige que, primeiramente, o docente organize sua prática de maneira com que os motivos coincidam com a finalidade da ação, já que, só assim, conseguirá levar os estudantes à atividade de estudo e os conceitos serão formados.

A iniciar o processo de planejamento das tarefas que serão desenvolvidas pelos estudantes, o professor deve levar em consideração as seis ações de aprendizagens descritas por Davydov (1988)

- 1 - Transformação dos dados da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto estudado;
- 2 - Modelação da relação diferenciada em forma objetivada, gráfica ou por meio de letras;
- 3 - Transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades em “forma pura”;
- 4 - Construção do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral;
- 5 - Controle da realização das ações anteriores;
- 6 - Avaliação da assimilação do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de aprendizagem dada. (DAVYDOV, 1988, p. 173).

As ações de aprendizagem permitem auxiliar o professor no processo de elaboração do plano de ensino, uma vez, que fornecem um caminho a ser percorrido pelos estudantes. Ou seja, ao propor as tarefas, deve buscar objetivos que as contemplem.

De acordo com Freitas e Libâneo (2009), o que se espera no processo de ensino é que o estudante identifique um princípio interno que está na origem de determinado conteúdo, ou

melhor, aquilo que estabelece uma relação geral com as particularidades do objeto. Esse processo é a abstração e objetiva a generalização.

Em outras palavras, o estudante parte de um princípio geral e estabelece relações com as particularidades do objeto, o que lhe fornece condições de formar um conceito. Segundo Libâneo (2009), ao montar o plano de ensino, inicialmente, deve-se identificar as relações básicas e mais gerais do conteúdo, investigando o percurso histórico do desenvolvimento de determinado conhecimento. Cabe ao professor, a tarefa de organizar um ensino que favoreça a reconstrução lógico-histórica de determinado conteúdo na mente do aluno de tal forma que eles possam (re) produzir o caminho feito pelos pesquisadores, mesmo que de forma simplificada. Assim, o estudante pode (re) conhecer a necessidade lógica-histórica de determinado conteúdo e identificar qual a importância de estudá-lo.

É necessário destacar, também, que o Ensino Desenvolvimental foge de transmissões de conteúdos prontos, uma vez que Davydov

[...] recrimina no ensino tradicional a transmissão direta aos alunos dos produtos finais da investigação, sem que possam aprender a investigar por si mesmas. Todavia, a questão não está em descartar os conteúdos, mas em estudar os produtos culturais e científicos da humanidade, seguindo o percurso dos processos de investigação, ou seja, reproduzindo o caminho investigativo percorrido para se chegar a esses produtos. (LIBÂNEO, 2004, p. 19)

Dessa forma, o estudante deve compreender a Astronomia não como uma ciência pronta, acabada e dogmática, mas como parte da construção humana ligada a contextos históricos, geográficos, econômicos e sociais específicos. Assim sendo, “[...] não é algo pronto, sistematizado e fechado, mas sim algo construído dentro da problematização. Além disso, o pesquisador está localizado em um tempo e espaço, portanto não podemos deixar de analisar as condições que nortearam e influenciaram as suas observações” (BELTRAN; RODRIGUES; ORTIZ, 2011, p. 59). Nesse sentido, o professor deve apresentar a ciência como resultado de um processo investigativo, social e histórico da humanidade no qual os pesquisadores se dedicam a partir de algo que já estava construído como conhecimento e avançaram aperfeiçoando e refutando alguns deles.

Segundo Freitas (2015), o entendimento que o conhecimento é um processo cumulativo extraordinário permitirá que o estudante se aproprie dos conceitos por meio da atividade de estudo, sendo necessárias teorias de ensino que foquem seus esforços para levar o estudante

ao processo de reflexão de modo científico e que permita que o estudante se desenvolva do geral para o particular.

Assim, ainda hoje, a teoria de Vygotsky é a única que oferece, ao menos em princípio, a possibilidade de se conceituar, de modo científico, os processos metacognitivos, que permite vincular essa dimensão do desenvolvimento cognitivo ao desenvolvimento geral e compreender a origem dessa capacidade de o sujeito controlar seus próprios processos interiores mediante o esquema de Vygotsky já mencionado, que descreve a passagem do controle exterior e interindividual para o controle intrapsíquico individual. (COELHO, 2010, p. 26)

Destarte, a formação de conceitos sob a perspectiva do Ensino Desenvolvimental significa que os estudantes não criam os conceitos, mas desenvolvem ações mentais semelhantes às necessárias para a produção de determinado conhecimento ao se apropriarem deles, o que auxilia no desenvolvimento de motivos para a aprendizagem dos conteúdos. No capítulo a seguir abordamos como o conhecimento se constitui por meio do experimento didático-formativo.

### 3 O EXPERIMENTO DIDÁTICO FORMATIVO

Neste capítulo, definimos o que é um experimento didático formativo bem como suas etapas. Em seguida, buscamos a identificação na pesquisa de cada etapa do experimento didático formativo.

#### 3.1 Metodologia de pesquisa

A pesquisa aqui relatada reúne as características de uma abordagem qualitativa que se fundamenta em uma investigação e uma análise que não se limitam ao teste de hipóteses de acordo com Bogdan e Biklen (1994). Trata-se de uma abordagem que busca compreender os significados ao interpretar os atos e comportamentos dos sujeitos e, além disso, apresenta como uma de suas características o interesse no processo e não nos resultados, o que não permite prevêê-los com antecedência e têm como um de seus alicerces o caráter descritivo. Assim sendo, os pesquisadores procuram levar em consideração o ambiente em que a pesquisa ocorre, analisando até que ponto isso influenciará nos resultados. A metodologia desta pesquisa é inspirada em um experimento didático formativo com base nas etapas descritas por Aquino (2014).

Este experimento didático formativo foi aplicado durante sete encontros de 90 min cada com a finalidade de verificar quais as contribuições de um experimento didático formativo sobre Astronomia, fundamentado no Ensino Desenvolvimental de Davydov. Segundo Aquino (2014), o experimento didático formativo é um método muito utilizado em pesquisas conduzidas sob a perspectiva da teoria histórico-cultural e em investigações ligadas ao Ensino Desenvolvimental, investigando e explorando a relação entre o ensino e o desenvolvimento dos sujeitos.

O experimento formativo, como aponta Aquino (2014), permite a participação ativa do pesquisador que, além de investigar, pode interferir no desenvolvimento dos estudantes por estar presente no processo de elaboração e aplicação do plano de ensino. Tal participação possibilita a realização da análise da metodologia de ensino proposta pelo programa de estudo, do sistema de conceitos de determinada disciplina e das condições de aprendizagem. E, por fim, essas análises contribuem para a melhoria do ensino, uma vez que, ao realizá-las, é possível compreender como o processo de desenvolvimento dos estudantes ocorre e quais os objetivos propostos pelo plano de ensino se foram ou não alcançados.

Considerando esses aspectos, e por seguir os pressupostos da teoria histórico-cultural, o experimento didático formativo se mostra como um método adequado para alcançar os objetivos propostos por esta pesquisa. Além disso, é um método com dois enfoques – a pesquisa e

o ensino. É estruturado em quatro fases que, nesta pesquisa, foram inspiradas nas etapas descritas por Aquino (2014). A primeira delas, segundo o autor, é a realização de uma revisão da literatura e um diagnóstico da realidade a ser estudada; a segunda é a elaboração do sistema didático experimental; a terceira é a fase de aplicação e, por último, a análise dos dados e a elaboração do relatório. Como se trata de um método dual, ou seja, que tem foco no ensino e na pesquisa, as etapas descritas podem ser analisadas sob as duas perspectivas citadas. A primeira etapa, por exemplo, estabelece a necessidade da revisão de literatura sobre a teoria histórico-cultural e o diagnóstico da realidade estudada e é fundamental tanto para elaboração do experimento didático formativo quanto para a própria pesquisa de acordo com Aquino (2014).

A partir dos resultados da primeira etapa, o professor deve elaborar um plano de ensino e, para isso, além de conhecer a teoria, é necessário realizar um estudo sobre os conteúdos que se deseja ensinar. Esse estudo tem como finalidade identificar um conceito geral que servirá como base para a montagem do plano de ensino que deve seguir os princípios norteadores do Ensino Desenvolvimental respeitando os conteúdos da disciplina. Esse plano de ensino, como mencionado por Aquino (2014), deve ser dividido em Unidades Didáticas apresentando tarefas e problemas que os estudantes devem solucionar.

A próxima etapa descrita por Aquino (2014) é a da aplicação do plano de ensino e se destaca principalmente pela coleta de dados, que é feita por meio da observação do pesquisador durante o experimento. Isso permitirá captar situações que podem não ser vistas em vídeos gravados, compensando suas limitações. Essas gravações devem ser transcritas posteriormente, pois, somente a partir desse momento, as estratégias de análise surgirão. Ainda durante essa etapa, Aquino (2014) menciona a necessidade de realizar uma avaliação junto aos alunos da metodologia de ensino questionando-os sobre o que acharam do experimento. Além disso, uma avaliação escrita sobre o que foi trabalhado deve ser feita com o intuito de verificar se os objetivos propostos por cada aula foi ou não alcançado.

A última etapa descrita por Aquino (2014) é a análise dos dados e a elaboração do relatório. Trata-se de uma tarefa complexa por buscar a essência dos objetos – o que significa sair do visível em busca do que está nas entrelinhas para “[...] descrever, explicar, abstrair e generalizar simultaneamente. L. Vigotski chama de objetiva esse procedimento de análise [...] (AQUINO, 2014, p. 4655). Para o autor, a análise é feita conforme a transcrição da aplicação dos experimentos, já que não é possível definir a forma de análise sem estar em posse dos dados. Cabe também a elaboração de um relatório escrito que se fundamente na teoria e que conserve a linguagem científica.

## 3.2 Experimento didático formativo

Nesta seção serão descritas as quatro etapas do experimento didático formativo desenvolvido no contexto dessa pesquisa.

### 3.2.1 1ª etapa: Revisão da literatura e análise da realidade a ser pesquisada

Inicialmente, foi realizada nesta etapa uma busca de pesquisas que relacionassem o Ensino Desenvolvimental com a Astronomia, no entanto, não obtivemos sucesso pois nenhum trabalho foi encontrado no *site* da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Por isso, fez-se necessária a alteração nas palavras chaves, passando a relacionar a Astronomia com a teoria histórico-cultural. Em decorrência da quantidade de trabalhos encontrados, foi necessário definir alguns critérios de seleção que são descritos abaixo:

- ✓ Ser voltado somente para o ensino de Astronomia;
- ✓ ser pesquisas feitas entre 2013 e 2018;
- ✓ sugerir atividades experimentais;
- ✓ ser voltado para as turmas de nono ano do Ensino Fundamental, primeira, segunda e terceira série do Ensino Médio;
- ✓ a teoria histórico-cultural deveria estar presente no trabalho;
- ✓ deveria apresentar aspectos históricos da Astronomia.

Após a aplicação dos critérios descritos, foram selecionados dois trabalhos, o de Lago (2013) e Carvalho (2016) cujos focos se dão na relação da teoria histórico-cultural com a Astronomia. Além dessa revisão de teses e dissertações, procurou-se textos que discorressem sobre o Ensino Desenvolvimental que subsidiassem o conhecimento teórico e, nesse processo, foram encontrados trabalhos de Libâneo e Freitas (2015), Libâneo (2009; 2016), Davydov (1988), Borges (2016), dentre outros.

Ainda nesta etapa do experimento didático-formativo, realizou-se a caracterização do local de pesquisa – o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Câmpus Jataí, fundado em 18 de abril de 1988, com o nome de uma unidade da Escola Técnica Federal de Goiás. À época, seu ensino era voltado somente para os cursos técnicos, no entanto, no ano 1999, a denominação da Instituição passou de Escola Técnica para Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET) e, a partir daquele ano, iniciou a oferta de cursos superiores. Por fim, no dia 29 de dezembro de 2008, seguindo a Lei 11.892, o CEFET deixou de existir e foi fundado o atual Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás que oferta diversos cursos superiores, sendo eles Engenharia Elétrica e Civil, Licenciatura em Física e Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, além de cursos técnicos integrais de

Edificações, Eletrotécnica e Manutenção e Suporte em Informática. A Instituição ainda oferece um curso subsequente de Agrimensura e Secretariado na modalidade da Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Outra tarefa realizada nesta etapa, foi a caracterização dos sujeitos de pesquisa – estudantes do primeiro ano (turma 2018) do Curso Técnico Integral e Integrado ao Ensino Médio em Edificações. Para participar da pesquisa, eles deveriam realizar a inscrição no Curso de Astronomia oferecido pela pesquisadora. O primeiro sujeito, A1, é do sexo masculino, com 14 anos de idade e, ao ser questionado sobre a justificativa para frequentar o curso de Astronomia, respondeu que tinha bastante curiosidade sobre o assunto. O sujeito A2, também do sexo masculino e com 15 anos de idade, relatou que se inscreveu apenas para conseguir um certificado de horas complementares exigidas pelo curso técnico que ele frequentava.

Destaca-se que os estudantes em questão eram alunos da professora e pesquisadora, na instituição de pesquisa durante o ano de 2018. Os dois alunos sempre foram muito participativos nas aulas, no entanto, o aluno A2 sempre apresentou dificuldade na compreensão de alguns conteúdos trabalhados durante no horário regular de aula, diferentemente do aluno A1, que sempre se destacou com relação aos comentários em sala de aula e avaliações escritas.

### ***3.2.2 2ª etapa: Elaboração do sistema didático experimental***

Após a revisão de literatura e a caracterização da instituição e dos sujeitos de pesquisa, iniciou-se o processo de elaboração do plano de ensino que contou com um total de sete aulas de 90 min. Essas sete aulas foram divididas em duas unidades didáticas: a primeira, com dois encontros, abordou o sistema Terra e Sol e a outra, com cinco encontros, o sistema Terra, Sol e Lua.

Seguindo o referencial proposto, inicialmente, realizou-se um estudo lógico-histórico sobre os astros mencionados, buscando compreender a evolução dos conceitos e as necessidades que levaram o homem a observar e estudar os fenômenos celestes. Nessa tarefa, os trabalhos de Lago (2013) e Carvalho (2016) foram importantes, pois realizaram justamente esse processo em suas respectivas pesquisas. Após efetuar essas leituras, definiu-se que os conceitos mais gerais seriam os dos movimentos de translação e rotação. Feito isso, foi necessário pensar na primeira tarefa que visa a obtenção dos conceitos gerais por parte dos alunos e, somente a partir daí, elaborar os problemas específicos e particulares que apareceram na sequência de ensino. Esses fenômenos específicos que formam a estrutura da sequência de ensino são as fases da Lua, os eclipses lunar e solar, as estações do ano e o lado visível da Lua.

Com o objetivo de promover o Ensino Desenvolvimental, as tarefas de aprendizagem formuladas apresentaram problemas que favorecem a interação entre o aluno e a professora pesquisadora e que partem do geral para o particular. O quadro 2 apresenta uma síntese do plano de ensino criado (APÊNDICE C- Produto Educacional).

**Quadro 2 - Síntese do plano de ensino**

Unidade didática	Conceito chave	Aula	Atividade	Objetivos
I	Movimento de rotação e translação	Aula 1	Apresentação da pesquisa	Comparar o modelo geocêntrico e heliocêntrico; Compreender o processo histórico referente aos modelos elaborados para o sistema solar
			Aplicação da tarefa diagnóstica	
Aula 2		Demonstração experimental que evidência a diferença de intensidade luminosa, quando existe a inclinação da Terra em relação ao Sol. <b>Problema:</b> o Modelo criado inicialmente, explica corretamente as estações do ano? Como acontecem as estações do ano? Apresentação do modelo final para explicar o fenômeno.	Compreender como ocorrem as estações do ano	
II		Aula 1	Leitura e debate do História da ciência: Surgimento dos calendários Resolução das questões propostas após a leitura do texto.	Compreender quais necessidades levaram o homem a observar a lua e os astros; Relacionar os estudos dos astros a situações cotidianas;
	Exibição da reportagem você acredita na			

			<p>influência da lua na agricultura?</p> <p><b>Problema:</b> Por que o homem sempre teve interesse pelo céu?</p>	
		Aula 2	<p><b>Problema:</b> Como você explica as fases da Lua?</p> <p>Usar experimento para explicar as fases da Lua, criando um modelo teórico e experimental que o comprove.</p>	<p>Investigar e explicar as fases da Lua;</p> <p>Argumentar para defesa da hipótese elaborada quanto as fases da Lua.</p>
		Aula 3	<p>Apresentação de imagens com eclipse lunar e solar.</p> <p><b>Problema:</b> Como acontecem os eclipses lunares e solares?</p> <p>Demonstrar seu modelo teórico usando um modelo experimental</p>	<p>Investigar como ocorrem os eclipses;</p> <p>Compreender que para que o eclipse lunar e solar aconteça é necessário que a terra, o sol e a lua estejam no mesmo plano.</p>
		Aula 5	<p>Apresentar uma imagem de várias fases da Lua e questionar inicialmente o que observam até que percebam que sempre enxergamos o mesmo lado da Lua.</p> <p><b>Problema:</b> Por que sempre enxergamos o mesmo lado da Lua?</p> <p>Elaboração de um modelo experimental e teórico que explique o problema proposto</p>	<p>Explicar por que sempre enxergamos o mesmo lado da Lua.</p>

			e que comprove o modelo teórico.	
		Aula	Propor que os alunos escrevam uma carta para alguém contando se gostaram ou não do curso e o que aprenderam durante sua execução.	Estabelecer relações entre o conceito geral e os específicos; Construção de um modelo por meio de uma carta sobre o que aprenderam durante o curso.

Fonte: elaborado pela autora

Por fim, as atividades propostas foram pensadas de maneira que favorecessem os alunos a realizarem as ações de aprendizagem propostas por Davydov (1988).

### 3.2.3 3ª etapa: *Desenvolvimento do experimento formativo*

O experimento didático formativo foi elaborado com base nos pressupostos lógicos e históricos referentes aos fenômenos causados pelo movimento da Terra e da Lua e suas consequências para o cotidiano humano. As tarefas foram organizadas visando partir de um conceito geral que permeasse os demais conceitos estudados durante o experimento didático formativo para que o aluno fosse capaz de realizar generalizações nas situações cotidianas vivenciadas por eles.

O curso de Astronomia realizado para essa pesquisa ocorreu posterior ao horário de aula dos alunos e disponibilizou 15 vagas no total, porém somente 9 alunos realizaram a inscrição e apenas 2 participaram efetivamente do curso. Uma possível justificativa para o pequeno número de participantes refere-se ao período de realização do curso, que ocorreu no mês de janeiro e na última semana de aula. Nesse período, vale destacar, somente alunos de recuperação estavam indo à escola, já que a maioria já estava de férias e dispensada das aulas.

Para iniciar a aplicação do experimento, inicialmente, os estudantes foram orientados sobre a pesquisa e receberam os termos de assentimento e consentimento (APÊNDICE A). Durante a aplicação, a professora pesquisadora orientou os estudantes nas tarefas sem fornecer a resposta para que chegassem à solução dos problemas propostos. A coleta de dados aconteceu por meio de gravação de vídeo dos dois estudantes que trabalharam em conjunto para solucionar as atividades e questionamentos feitos e, ao final de cada aula, buscou-se pedir aos alunos que

elaborassem material escrito que permitisse verificar a construção de modelo dos estudantes, que também pode ser evidenciada pelas falas.

Ao final do experimento, os alunos produziram uma carta avaliando o curso e descrevendo o que haviam compreendido ao longo das tarefas de aprendizagem. Aqui, procurou-se deixar claro que eles poderiam ser sinceros e o que estava sendo avaliado era a metodologia de ensino e o que havia sido assimilado por eles. O processo de transcrição de dados ocorreu nessa etapa também.

### **3.2.4 4ª etapa: Análise e discussão dos resultados**

A quarta e última etapa do experimento didático formativo, como já mencionado, foi a mais complexa, pois não seguiu categorias pré-estabelecidas. Surgiu posteriormente à transcrição de dados e, juntamente com o referencial teórico, fornece indícios da formação ou não dos conceitos de Astronomia trabalhados no Curso. Inicialmente, foi feita a análise da tarefa diagnóstica, para verificar se os alunos conseguiam realizar o processo de generalização antes da primeira tarefa da aula, bem como identificar quais os modelos explicativos criados por eles, além de evidências da diferença de nível dos estudantes.

Posteriormente, procurou-se encontrar as ações de aprendizagem propostas por Davydov (1988) nas falas e na carta produzida no último encontro:

1. Transformação dos dados condições da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto estudado;
2. Modelação da relação diferenciada em forma objetivada, gráfica ou por meio de letras;
3. Transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades em forma pura;
4. Construção do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral;
5. Controle da realização das ações anteriores;
6. Avaliação da assimilação do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de aprendizagem dada. (DAVIDOV, 1988, p. 173).

Encontradas as ações, foi elaborado o quadro (quadro 4) com uma visão dos modelos criados e suas modificações realizadas ao longo das aulas com a finalidade de investigar e procurar pistas sobre o processo de ascensão do abstrato ao concreto e a capacidade de generalização dos sujeitos. Por fim, com o auxílio do referencial teórico proposto relacionamos a teoria com as análises para elaborar um relatório com os resultados.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente capítulo apresentará os dados obtidos por meio da gravação de vídeos, realizados pela pesquisadora, da avaliação diagnóstica e das produções textuais e falas dos estudantes coletadas durante a aplicação do experimento didático formativo, bem como a análise dessas informações. Vale destacar que em decorrência da grande quantidade de dados colhidos, já que cada aula durou 90 min, foram selecionados para análise (i) os que exigissem a aplicação dos conceitos gerais (movimento de rotação e translação) para solucionar algum problema proposto e (ii) o encontro no qual os alunos fizeram uma avaliação do curso e descreveram os conteúdos trabalhados

Inicialmente, o capítulo apresenta a análise da tarefa diagnóstica trabalhada no primeiro encontro com os alunos e a aula referente às estações do ano que fazem parte da primeira unidade didática. Em seguida, é apresentada a segunda unidade didática, na qual é descrita a análise dos encontros que abordam as fases da Lua, seu lado visível e, por fim, é feita a análise da carta escrita no último encontro com os alunos.

### 4.1 PRIMEIRA UNIDADE DIDÁTICA

#### 4.1.1 *Análise da tarefa diagnóstica*

Na aula de número um da unidade didática, inicialmente, foi entregue o termo de livre esclarecimento e assentimento (APÊNDICE A), juntamente com a tarefa diagnóstica sobre os conhecimentos prévios dos estudantes (APÊNDICE B). Após responderem a tarefa diagnóstica, os escolares receberam o texto “Geocentrismo X Heliocentrismo: evolução dos modelos para o cosmo” (ANEXO A) que contava com algumas questões para nortear a leitura e o debate que deveria acontecer ao longo da aula. Vale ressaltar que o texto em questão foi adaptado e retirado do *site* educar Brasil. A adaptação do texto foi realizada com a finalidade de deixá-lo mais compreensível para os sujeitos da pesquisa em relação ao contexto histórico.

A análise da tarefa diagnóstica, composta de questões sobre o conteúdo que seria trabalhado ao longo das aulas do curso, possibilitou obter indícios do que os alunos sabiam ou não sabiam.

Inicialmente, os alunos responderam à pergunta “Como você explica o surgimento do dia e da noite?”. Em sua resposta, o aluno A1 explicou o dia e a noite de maneira correta, conforme verificamos no trecho “Devido a rotação da Terra em torno de si mesma a parte iluminada pelo Sol ao longo do tempo é dia, enquanto na outra parte que não está iluminada é noite.” Em contrapartida, o aluno A2 associou o fenômeno ao movimento de translação que a

Terra faz em torno do Sol, pois, para ele, o dia e a noite ocorrem devido ao “[...] movimento que a Terra faz em torno do Sol, girando em torno do Sol.”. A concepção equivocada do aluno A2, provavelmente, é fruto das experiências e vivências que obteve ao longo de sua vida escolar e pessoal que o levaram a conceber o fenômeno de maneira errônea. Esse mesmo tipo de concepção pode ser encontrado na resposta da questão 2 “Como você explica as estações do ano?”:

**A1:** As estações do ano são causadas pelo movimento de translação que a Terra faz ao redor do Sol ao longo de um ano terrestre. Assim, a Terra é iluminada de forma diferente de acordo com a distância A2: Também com a translação da Terra.

Embora a resposta dos alunos para a questão 2 apresentem justificativas usando o movimento de translação, que realmente ocorre durante a mudança de estações, essa não é a explicação correta para o fenômeno, uma vez que a mudança de estação ocorre devido à inclinação da Terra em relação ao Sol que ocasiona uma variação de intensidade luminosa recebida nos hemisférios Norte e Sul geográficos. No entanto, mesmo sendo uma explicação incorreta, há indícios de que os alunos, em algum momento de suas vivências pessoais fora ou dentro da escola, tiveram contato com os conceitos de movimento de translação e de estações do ano, por citarem esses termos e associá-los ao fenômeno, mesmo que de maneira equivocada, portanto, podem estar relacionadas às concepções alternativas. Conforme os PCN

[...] 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. (BRASIL, 1997, p. 27).

Esses saberes descritos pelos alunos são advindos da socialização cotidiana e que podem ter sido propiciados por livros com erros conceituais, por professores que possuem concepções alternativas de Astronomia, de conteúdos da *Internet* ou de explicações dadas por pessoas que convivem com esses estudantes e da própria observação do fenômeno por parte dos sujeitos. 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 [...]”. Portanto, é algo construído por vários meios.

Na resposta à questão 3, “Como você explica os eclipses?”, os alunos não deixaram claro o nível de conhecimento sobre o fenômeno (eclipses), pois as respostas são curtas e sem debate ou aprofundamento, o que não era esperado. Ao contrário, esperava-se que os alunos expusessem mais as suas ideias e argumentos para uma melhor análise sobre suas concepções a respeito do fenômeno. No trecho “[...] ocorre quando tem alinhamento entre Terra, Sol e Lua [...]” retirado da resposta do aluno A1, é explicado que para ter um eclipse é necessário que Terra, Sol e Lua estejam alinhados, o que faz parte do fenômeno. Porém, não é feita a distinção entre eclipse lunar e solar, o que não deixa claro se ele sabe ou não a diferença entre eles. O aluno A2 responde que “[...] o eclipse acontece quando algum planeta passa na frente do Sol.” Essa explicação está incompleta, pois, como já mencionado, existe uma relação entre as posições relativas dos corpos celestes (Terra, Lua e Sol) e o surgimento de eclipses, visto que, é necessário o alinhamento entre os três astros. Além disso, como não é citado pelos alunos que a órbita da Lua é inclinada em relação à órbita da Terra, podemos inferir que eles não sabem dessa inclinação ou que não sabiam de sua relação com os eclipses. Outro aspecto que vale ser mencionado é que os alunos não apresentam em suas respostas o fenômeno da sombra que é projetada durante o eclipse. Assim, suas concepções são baseadas, exclusivamente, em argumentos “astronômicos”, não fazendo menção aos fenômenos ópticos presentes durante um eclipse, o que pode ser um indício de que eles não possuem esse conhecimento.

Em respostas à questão 4 (“O modelo cosmológico mais aceito pela ciência para nosso sistema solar?”), o estudante A1 escreveu “[...] modelo heliocêntrico, onde o Sol é o centro e os planetas giram ao redor dele [...]”. Essa resposta demonstra que ele tem consciência do modelo heliocêntrico apresentando uma resposta condizente com o que é proposto pela ciência. Já o aluno A2, apesar de responder à questão corretamente, se limitou apenas a identificar o modelo correto “Modelo heliocêntrico”, não acrescentando nenhuma explicação detalhada sobre o assunto.

A última questão pede uma explicação para o fenômeno das fases da Lua. O aluno A1 escreve que “[...] as fases da Lua são causadas pelo movimento de que a Lua faz ao redor da Terra [...]” sua resposta está parcialmente correta dentro de uma perspectiva “astronômica”, uma vez que esse movimento realmente ocorre, porém, a mudança de aparência da Lua, se deve ao fato de que o satélite assume posições diferentes em relação ao Sol e a Terra ao longo do ciclo lunar. Isso faz com que sua iluminação na face virada para a Terra se apresente de formas diferentes de acordo com sua posição ao longo das mudanças de fase. Assim, “[...] a fase da

Lua representa o quanto dessa face iluminada está voltada também para a Terra.” (FILHO; SARAIVA, 2013<sup>2</sup>). O aluno A2 descreve que “[...] ocorre devido a rotação da Lua [...]”, respondendo de maneira incorreta, uma vez que a rotação não interfere no fenômeno sobre o qual ele foi questionado.

Ao longo do questionário, os estudantes apresentam diversos equívocos ao explicarem alguns fenômenos trabalhados após a aplicação desse questionário, como as fases da Lua, eclipse e movimentos de translação e rotação, conforme podemos verificar no quadro abaixo, que apresenta uma visão geral das respostas.

**Quadro 3- Visão geral das respostas**

<b>Questão 1</b>	<b>Resposta do aluno A1</b>	<b>Resposta do aluno A2</b>	<b>Erro cometido</b>	<b>Resposta correta para o fenômeno</b>
<b>Como você explica o surgimento do dia e da noite?</b>	Devido a rotação da terra em torno de si mesma a parte iluminada pelo sol ao longo do tempo é dia, enquanto na outra parte que não está iluminada é noite	Pelo movimento que a terra faz em torno do sol, girando em torno do sol. ”	<b>A1:</b> Resposta <b>correta</b> . <b>A2:</b> Resposta <b>incorreta</b> , pois associou o dia e a noite ao movimento de translação.	É consequência do movimento de rotação da Terra em torno de si mesma, onde uma parte recebe iluminação, enquanto a outra não recebe.
<b>Como você explica as estações do ano?</b>	As estações do ano são causadas pelo movimento de translação que a terra faz ao redor do sol ao longo de um ano terrestre. Assim, a terra é iluminada de forma diferente de acordo com a distância.	Também com a translação da Terra.	<b>A1: Incorreta</b> , pois, associa o fenômeno a distância que a Terra se encontra do Sol. <b>A2: Incorreta</b> , pois, somente o movimento de translação não explica as estações do ano.	As estações do ano, são consequência da inclinação da Terra em relação ao Sol durante o movimento de translação, o que, provoca mudança na intensidade com a qual os raios de luz chegam em diferentes partes do planeta.
<b>Como você explica os eclipses?</b>	Ocorre quando tem alinhamento entre Terra, Sol e Lua.	O eclipse acontece quando algum planeta passa na frente do Sol.	<b>A1: parcialmente correta</b> , porém, não estabelece diferença entre o eclipse lunar e solar. Não associa	<b>O eclipse lunar</b> , acontece quando temos o alinhamento entre Sol, Terra e Lua. Nesse caso, a sombra da Terra é

<sup>2</sup> FILHO, K. S. O ; SARAIVA, F. O. **Fases da Lua**. Disponível: < [http://astro.if.ufrgs.br/lua/lua.htm#:~:text=a%20face%20iluminada%20da%20lua,est%c3%a1%20diminuindo%20\(lua%20minguante\).](http://astro.if.ufrgs.br/lua/lua.htm#:~:text=a%20face%20iluminada%20da%20lua,est%c3%a1%20diminuindo%20(lua%20minguante).) > Acesso em 06 mar. 2021.

			o fenômeno a óticos. <b>A2: incorreta,</b> para acontecer um eclipse é necessário levar em conta a existência da Lua, bem, como fenômenos óticos.	projetada na Lua a encobrindo. <b>O eclipse solar</b> ocorre quando Sol, Lua e Terra se alinham. Nesse caso, a Lua projeta sua sombra na Terra, provocando o eclipse em alguns lugares do planeta.
<b>O modelo cosmológico mais pela aceito para o nosso sistema solar?</b>	Modelo heliocêntrico, onde o Sol é o centro e os planetas giram ao redor dele	Modelo heliocêntrico	<b>A1: correta</b> <b>A2: correta</b>	Modelo heliocêntrico.
<b>Como você explica a existência das fases da Lua?</b>	as fases da Lua são causadas pelo movimento de que a Lua faz ao redor da Terra	ocorre devido a rotação da Lua		

Fonte: próprio autora

O quadro apresenta um panorama geral das respostas dos alunos possibilitando analisá-las como um todo e, a partir disso, chegar a algumas conclusões. A primeira delas é que há indícios de que os dois alunos apresentam níveis de conhecimento diferentes: o aluno A2 apresenta dificuldades em responder às questões propostas e suas respostas possuem um distanciamento dos conceitos científicos; já o aluno A1 apresenta respostas mais próximas do conhecimento científico correto. Essa diferença entre os discentes reforça a necessidade da interação dos estudantes de diferentes níveis – algo que é proposto pelo Ensino Desenvolvimental, pois um indivíduo contribui para o desenvolvimento do outro.

Sobre o assunto, Libâneo e Freitas (2015) apontam como um fator necessário para a aprendizagem as relações de colaboração entre os estudantes nas quais a diferença de níveis conceituais são vistas como uma condição positiva, pois permite uma ampliação de conhecimento, “[...] considerando-se que os saberes e instrumentos cognitivos se constituem nas relações intersubjetivas, sua apropriação implica a interação com os outros já portadores desses saberes e instrumentos.” (LIBÂNEO, 2004, p. 6).

A análise das respostas dos estudantes na tarefa diagnóstica também evidenciou que, em algum momento de suas vidas, os alunos tiveram contato com esses conceitos, visto que

apresentam explicações próximas ou com palavras relacionadas a determinado fenômeno de alguma forma, por exemplo, quando citam o movimento de rotação para explicar o dia a noite. Tal perspectiva, sugere que os alunos possuem concepções alternativas que, conforme Lima e Núñez (2007), são ideias cujas origens se dão em experiências cotidianas, linguagem não científica que aparecem no meio sociocultural, erros em livros didáticos e metodologias de ensino inadequadas. Apesar disso, essas concepções são derivadas e reforçadas por diversos meios e que dependem da experiência pessoal de cada aluno.

Por fim, as respostas dos alunos sugerem que eles não conseguiram identificar um conceito geral e aplicá-lo a todas as situações perguntadas, ou seja, não realizaram uma generalização de conceitos para explicarem os fenômenos. Além disso, as respostas evidenciam que os alunos não são capazes de realizar o processo de ascensão do abstrato ao concreto, pois, em muitas situações, ao explicarem as estações do ano, associam somente ao movimento de translação. Essa explicação remete a uma análise superficial e é baseada apenas na aparência para explicar o fenômeno. É preciso, então, ir para além das aparências, em busca da essência dos fenômenos. Esses dois processos, segundo Davydov (1988), são necessários para a formação de conceitos, pois, ao ultrapassar os limites da aparência, o sujeito consegue assimilar o conceito geral e aplicá-los a situações particulares, conservando as especificidades de cada situação.

#### **4.1.2 Segundo encontro: Estações do ano**

A aula referente às estações do ano, que é a aula de número 2, aconteceu no dia 15 de janeiro de 2019 e teve como principal finalidade fazer com que os estudantes compreendessem como as estações do ano ocorrem, quais movimentos a Terra realiza para, em seguida, estabelecer uma ligação com a aula anterior e as posteriores. O segundo encontro, que é o foco dessa análise, perpassou pelas seis ações propostas por Davydov: a transformação dos dados da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto estudado; a modelação da relação diferenciada em forma objetivada, gráfica ou por meio de letras para que os alunos construíssem uma visão geral dos movimentos de translação e rotação; transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades em “forma pura”; construção do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral; controle da realização das ações anteriores; avaliação da assimilação do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de aprendizagem dada.

Os encontros realizados ao longo do experimento didático formativo foram inspirados nas ideias de Libâneo e Freitas (2015) que destacam que compreender a origem de determinado

conhecimento é importante, visto que auxilia na identificação do núcleo conceitual ao mesmo tempo que traz noções quanto a construção do conhecimento científico. Assim, o que se espera nesse caso, é que o aluno interiorize esse núcleo conceitual e, a partir daí, possa deduzir relações particulares, por isso busca-se a gênese do desenvolvimento do conceito ao longo da história. Por esse motivo, durante o primeiro encontro, buscou-se trabalhar textos que alicerçassem essa construção do conhecimento referentes aos modelos heliocêntrico e geocêntrico, demonstrando como as sociedades mais antigas explicavam fenômenos cotidianos e apresentando uma visão filosófica sobre os modelos de Universo. Além disso, os alunos puderam apresentar, de acordo com seus conhecimentos, quais as incoerências das explicações dadas pelas sociedades antigas para fenômenos como a sucessão dos dias e das noites.

O segundo encontro foi dividido em dois momentos distintos: no primeiro com a apresentação do curta metragem “As Cores das Estações”<sup>3</sup>, instante no qual os estudantes puderam fazer suposições iniciais sobre o assunto tratado no vídeo. Foi proposto também o problema “como ocorrem as estações do ano?” para que os alunos pudessem elaborar hipóteses e ponderar suas concepções introdutórias sobre o assunto. O segundo momento consistiu em uma demonstração experimental e resolução do mesmo problema que visava transformar o modelo criado inicialmente pelos alunos, de forma que esse se aproximasse do modelo científico correto sobre as estações do ano. Ainda durante o segundo momento foram realizados diversos questionamentos baseados nas próprias concepções dos escolares que tinham o intuito de avaliar suas ideias iniciais e direcioná-los para a solução da questão. A avaliação, feita durante as tarefas de acordo com Davydov (1988), objetiva verificar o que está sendo assimilado ou não durante os encontros, identificando a que medida os conceitos e o procedimento geral de solução dos problemas propostos estão sendo compreendidos e se o objetivo final da tarefa foi alcançado. Assim, a avaliação é um exame qualitativo dos resultados da aula, pois, “[...] é justamente a avaliação que ‘informa’ aos escolares se resolveram ou não determinada tarefa de aprendizagem.” (DAVYDOV, 1988, p. 100). E foi justamente a avaliação feita durante a aula que permitiu que os alunos fossem direcionados para o modelo esperado.

Posteriormente à exibição do curta metragem, os alunos foram questionados sobre o assunto principal que foi evidenciado pelas imagens do vídeo que tinha como fim introduzir e contextualizar o assunto que seria tratado na aula. A ideia era demonstrar que se trata de um fenômeno que faz parte da vida cotidiana das pessoas, portanto, não é algo fora da realidade do estudante. A utilização do cotidiano alinha-se à recomendação de que cabe “[...] aos professores

---

<sup>3</sup> AS CORES da estação. Disponível em : <<https://www.youtube.com/watch?v=BaKimdnl-dQ> > Acesso em 25 de nov. 2018.

utilizar a experiência empírica cotidiana de familiarização dos escolares com as coisas e fenômenos como base para que assimilem os conhecimentos escolares.” (DAVYDOV, 1988, p. 113).

Essa interação entre o conceito e o cotidiano do aluno permite que seja estabelecida uma relação entre o conceito nuclear trabalhado e o fenômeno estudado. Para Hedegaard e Chaiklin (2009, p. 67)

[...]O principal ponto do duplo movimento no ensino é criar tarefas de aprendizagem que podem integrar o conhecimento local com relações conceituais nucleares de uma matéria para que a pessoa possa adquirir o conhecimento teórico que pode ser utilizado na prática local das pessoas. (HADEGAARD; CHAKLIN, 2009, p. 67)

Dessa forma, o processo de contextualização é algo importante dentro do Ensino Desenvolvimental, uma vez que há o potencial para despertar o envolvimento e o desejo por aprender determinado conteúdo ao relacionar um tema às vivências dos estudantes. Assim, de acordo com Borges (2016), ao imergir em um contexto de ensino que prioriza a contextualização, o aluno se apropria de forma diferente do conteúdo, pois há desejo em aprender. Por isso, o curta “As cores das estações” foi exibido e, após essa exibição, os alunos foram questionados sobre o assunto do qual o vídeo tratava e o problema a ser resolvido foi proposto, conforme é mencionado no diálogo abaixo:

**Professora:** Qual o tema do vídeo?

**A1:** Eu acho que, o tempo, as estações do ano?

**A2:** Sim, porque aparece as flores, depois o carinha aparece andando de skate e as folhas ficam caindo, eu acho que é isso.

**Professora:** Já que o tema principal, são as estações do ano. Vocês sabem como ocorrem as estações do ano? Eu quero, que vocês debatam e apresentem uma explicação sobre as estações do ano e escrevam suas ideias em um papel para me entregar.

**A1:** É o movimento de translação que a terra faz.

**A2:** No caso, essa translação é o que a terra faz em 365 dias, no caso da volta completa, né?

**A1:** Tem uma órbita, que a terra realiza, ela vai se movendo em torno do sol. Assim [...] (**descrição da autora:** o aluno fez um movimento de translação usando a caneta para transladar em torno de uma de suas mãos)

**A1:** A gente já viu isso em geografia, lembra?

Com o diálogo exposto acima, é possível inferir que os alunos apresentam um conhecimento prévio sobre o assunto, pois, conforme citado pelo próprio aluno A1, o assunto já havia

sido visto nas aulas de Geografia. Outro aspecto importante percebido já no primeiro diálogo, foi a importância da interação dos sujeitos: em diversos momentos é possível perceber que o aluno A2 parecia ter dúvida sobre os conceitos estudados e, percebendo isso, o aluno A1 se apropria de gestos e desenhos para explicar alguns conceitos ao colega com o uso das mãos, exemplificando o movimento de translação, situação a qual existia certa dúvida por parte do aluno A2.

Apesar de dialogarem sobre o assunto, inicialmente, os alunos estavam inibidos, sendo necessária a intervenção da professora com a finalidade de instigar o debate das hipóteses elaboradas para a solução do problema proposto. Esse debate promoveu a interação ente os discentes, o que, de acordo com Freitas e Rosa (2015), é importante porque eles aprendem socialmente os conceitos e depois os interiorizam de forma individual, o que contribui para o desenvolvimento pessoal dos estudantes.

Durante a aula, os alunos testaram várias vezes a hipótese proposta após realizarem o debate de suas ideias. No momento da interação entre os dois, foram criados argumentos para defender suas ideias, demonstrando com isso que a tarefa apresentada incentivou a capacidade de criar hipóteses e argumentos. Assim, ao se dirigir ao colega com o objetivo de ser entendido, o aluno

[...] não pode elaborar e apresentar seus argumentos com meias palavras, como faz com o professor. Explicar algo ou negociar significados com os colegas é diferente de dialogar com o professor e exige do aluno mais clareza na elaboração e na explicitação dos argumentos. (SFORNI, 2015, p.387).

Essa explicitação pode ser percebida no trecho a seguir, no qual os estudantes elaboraram possíveis explicações e, ao mesmo tempo, propõem novas questões a serem debatidas e explicadas nos diálogos:

**Professora:** é o que acontece, que causa as estações do ano?

**A1:** [...] tem uma influência do sol... a iluminação é alterada, ou...tem vez que a terra estava mais longe desse lado, do que o outro lado. Aí em cima é verão e embaixo é inverno, está vendo? (**descrição da autora:** nesse momento o aluno fez um desenho para exemplificar a situação ao colega).

**A2:** tem hora que está, mais perto, ou mais longe é isso?

**A1:** sim.

**Professora:** Por que vocês acham isso?

**A2:** porque, ela (**descrição da autora:** se referindo a Terra) está se movendo [...] seria, não sei, só uma dedução, que acontece que é uma elipse, então faz sentido estar mais longe e outra hora, estar mais perto.

**A1:** ah, não sei, talvez [...]

**A2:** Estou aqui pensando, e a primavera e o outono?

**A1:** Eu acho que é meio termo, deve ser tipo, recebe mais ou menos a luz.

Conforme o trecho acima, foi possível perceber que, ao responderem os questionamentos e debaterem sobre o tema, os alunos apresentam uma visão equivocada sobre as estações do ano, pois eles acreditam que a principal causa do fenômeno é o afastamento da Terra em relação ao Sol durante o movimento de translação. Langhi (2007) destaca que se trata de um erro comum presente em diversos livros didáticos, no qual descreve as estações como consequência do distanciamento da Terra em relação ao Sol, sendo que a maior causa das estações do ano é a inclinação da Terra. Destaca também que muitas ilustrações desses livros apresentam uma órbita elíptica com alta excentricidade e a Terra se deslocando nos diferentes pontos da elipse, ora mais perto do Sol, ora mais longe do Sol – o que explicaria os meses mais quentes e os mais frios e reforçaria o equívoco.

Langhi (2007) apresenta ainda que as estações do ano constituem um fenômeno consequente da inclinação da Terra em relação ao plano de sua órbita, o que faz com que os hemisférios recebam uma quantidade de iluminação (do Sol) diferente, algo que não é citado pelos alunos no diálogo acima. Quando os alunos explicam o fenômeno, é possível perceber que houve a criação de um modelo, algo que é proposto por Davydov (1988), modelo esse que foi registrado de maneira escrita pelos estudantes na primeira parte da aula. Após realizarem a primeira atividade proposta, fomos para o segundo momento da aula, cuja finalidade é fazer com que alunos chegassem ao modelo explicativo correto sobre as estações do ano.

Inicialmente, os discentes não perceberam que a quantidade de luz que chegava nos hemisférios era a mesma, o que significa que o modelo criado por eles estava equivocado e, por isso, a professora reelaborou a pergunta feita, já que nas respostas apresentadas não houve nenhuma menção à quantidade de luz que chegava. Mesmo que tenham descrito o experimento, essa relação não foi estabelecida, sendo necessária uma pergunta mais direcionada, como é visto no diálogo abaixo:

**Professora:** O que vocês estão vendo no experimento?

**A1:** Que tem o sol, e a terra e que o sol está iluminando a terra...

**Professora:** Mas, com relação a luz, o que vocês perceberam? existe diferença na luz que chega nos dois hemisférios?

**A2:** Eu acho que não. Parece que tem a mesma quantidade

**Professora:** Mas, e se eu afastasse, o que vocês acham que ia acontecer?

**A2:** Eu não sei.

**A1:** Eu acho, que se afastar a luz ainda continua sendo a mesma, nos dois né? então não tem troca de estação.

**A2:** Como assim? do que você tá falando?

**A1:** [...] é porque, quando em um hemisfério é frio, no outro é inverno se a luz for não mudar vai ser a mesma estação para dois hemisférios.

**A2:** Ah! Entendi.

**Professora:** E aí, vocês viram diferença? O que vocês acham?

**A2:** Não tem diferença, para mim tá igual [...] você colocou longe e continua a mesma luz pros dois.

Os alunos conseguiram, por meio da demonstração e com a intervenção da professora, perceber que a distância entre o Sol e a Terra não é um fator tão relevante para as estações do ano. Partindo dessa ideia, foi proposto que os alunos reescrevessem suas hipóteses com uma explicação para as estações do ano. Para isso, eles receberam os materiais usados na demonstração realizada pela professora e foram orientados a testarem suas hipóteses.

**A1:** Aqui está o experimento...não pode chegar a mesma quantidade de luz, se for a mesma vai ter a mesma estação, será que se a gente colocar assim do certo? (**descrição da autora:** os alunos posicionaram a bola de isopor acima da lâmpada) o que você acha?

**A1:** A terra, ela não está totalmente reta, então ela vai ser assim... (o aluno inclinou a bola de isopor) então aqui vai ser mais intenso e aqui menos, vai ser inverno...

**A2:** Mas, e se a elipse e se ela fosse totalmente reta, será que ela pode ser meio que inclinada...fazendo o ângulo que o sol vai bater e vai ser diferente, fazendo a luz do hemisfério Sul ser maior que do Norte [...] eu acho que a elipse tem haver.

Enquanto travavam o diálogo acima, os alunos criavam algumas hipóteses: a primeira foi de que a Terra estaria em um plano acima do Sol, mas, após realizar o experimento, o grupo constatou que essa não era a resposta esperada. No entanto, o aluno A1 propôs que a Terra não estava totalmente reta e possuía uma inclinação, mas foi questionado pelo aluno A2 que relacionou as estações do ano ao movimento em forma de elipse e concordando que teria uma inclinação, porém a trajetória que seria inclinada. Durante esse debate entre os dois alunos empenhados em solucionar o problema, eles foram questionados sobre suas ideias e orientados a testá-las, conforme o trecho a seguir

**Professora:** Por que você acha isso A2?

**A2:** Porque para terra, a terra tinha que se mover assim (**descrição da autora:** fez uma elipse na vertical) ou ficar inclinada, minha hipótese é que a elipse não é totalmente reta, eu acho que ela é inclinada.

**A1:** Eu acho que tem a ver com a inclinação e com a elipse, quando ele está se movendo, quando a terra tá inclinada, viu que ele recebeu menos luz no hemisfério sul, agora quando a terra está do outro lado isso inverte, olha aqui. Do lado de cá o hemisfério norte que tem menos luz, então tem a ver com esse movimento da terra na elipse.

**A2:** Deve ter influência, na troca de estação[...] sei lá.

**Professora:** A2, você falou da elipse, por que você não testa?

**A2:** Pior é que não deu [...] só se ela for assim que teve diferença (**descrição da autora:** inclinada) a intensidade de luz continua a mesma.

**A1:** É a inclinação e o movimento também na elipse em torno do sol.

No diálogo, é possível perceber que os alunos conseguiram estabelecer uma relação entre as estações do ano e a inclinação – o que já era esperado. No entanto, os alunos apresentaram também indícios de que conseguiram relacionar com o movimento em torno do Sol, percebendo que à medida em que a Terra se movimenta, as estações vão sofrendo mudanças. Vale destacar que a interação entre eles foi relevante para que solucionassem a questão e isso foi um dos fatores que motivou a participação dos alunos na última fase da aula. Essa fase consistia em apresentar o modelo para a professora e, para isso, foi feito um desenho no quadro no qual os dois estudantes juntos apresentaram suas ideias após esquematizarem seus modelos, individualmente, em um papel. Essa motivação para apresentar a solução do problema é essencial para a construção do pensamento teórico segundo Davydov (1988)

[...] as crianças podem apropriar-se de conhecimentos e habilidades somente por meio da atividade de aprendizagem quando elas tiverem uma necessidade interna e motivação para fazê-lo. A atividade de aprendizagem envolve a transformação do material a ser apropriado e implica que algum produto mental novo, isto é, o conhecimento, seja adquirido. Necessidades de aprendizagem e motivos orientam as crianças para a apropriação de conhecimento como um resultado de transformações de um material dado (DAVYDOV, 1988, p. 17)

A motivação é parte do processo, uma vez que está ligada às necessidades, às emoções e aos desejos. Se, ao ensinar um conteúdo, o professor não despertar uma motivação para aprender, de acordo com Davydov (1988), dificilmente o aluno conseguirá assimilar determinado conhecimento, sendo assim é necessário o desejo de aprender determinado conteúdo. Essa

motivação é perceptível durante as aulas, pois os alunos se mostraram receptivos, participativos e engajados na realização das tarefas durante a realização do experimento didático formativo.

A transformação dos dados ocorreu na realização da atividade e teve como uma de suas finalidades fazer com que os alunos percebessem e compreendessem os movimentos presentes no Sistema Solar, estabelecendo uma relação com a inclinação da Terra e as estações do ano. Essa transformação ocorre quando o problema é dado ao estudante que passa a analisar os dados fornecidos durante o experimento identificando suas particularidades, ao mesmo tempo em que ultrapassa a barreira das aparências. Esses limites são abandonados quando o aluno compreende que, para explicar o fenômeno, seria necessário considerar inclinação da Terra em relação ao Sol. Assim, quando o estudante A1 diz “Eu acho que tem a ver com a inclinação e com a elipse, quando ele está se movendo, quando a Terra tá inclinada [...]” está realizando a transformação dos dados da tarefa em solução para o problema proposto, pois, nesse momento, ele transforma sua concepção inicial sobre fenômeno que foi pautada apenas na aparência, uma vez que o movimento de translação ocorre durante as mudanças de estações, porém a inclinação da Terra em relação ao Sol é o fator que explica o fenômeno.

A modelação da relação universal ocorre quando os estudantes chegam ao modelo esperado e compreendem os movimentos do sistema Sol e Terra para explicar o fenômeno das estações do ano, porém adequando-o ao acrescentar a inclinação do planeta como um fator primário para explicá-lo. Por fim, essa ação perpassa pela esquematização de maneira gráfica ou a escrita, como é o caso dessa aula. Assim, ao compreenderem os conceitos rotação e translação dos planetas, os estudantes deverão aplicar esses conhecimentos para situações particulares que foram estudadas em aulas posteriores, como as fases da Lua, os eclipses e o lado próximo da Lua.

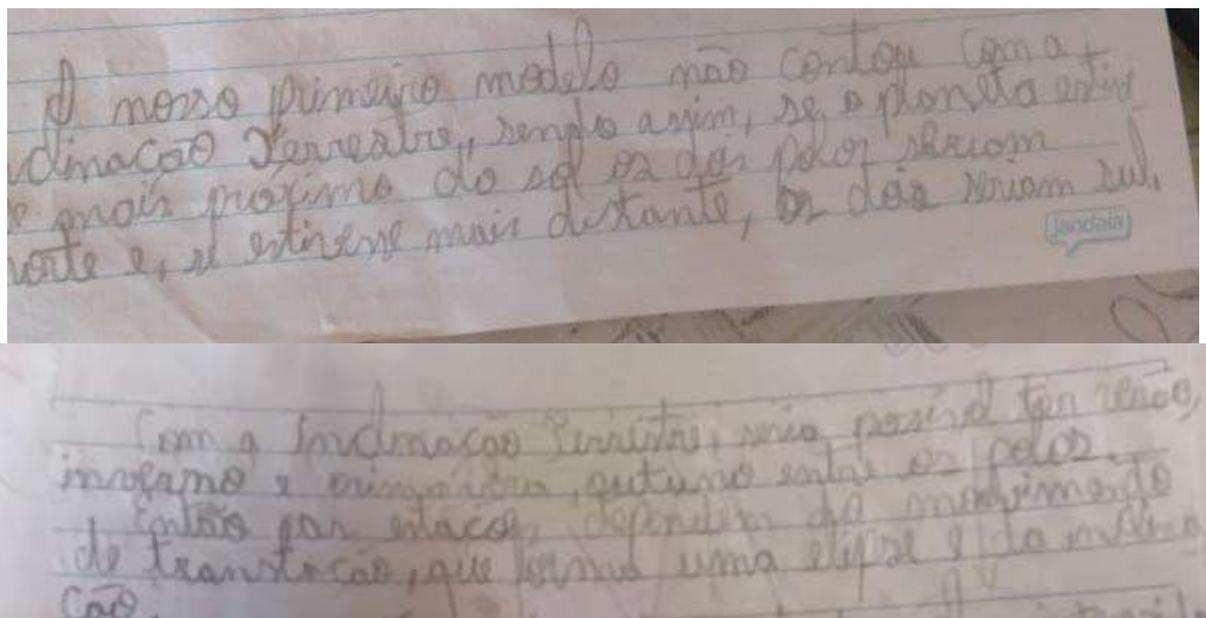
Ao entenderem o conceito de translação, é possível aplicá-lo como parte da explicação para o fenômeno das fases da Lua, uma vez que, durante as mudanças de fase, o satélite o executa, o que possibilita que sua parte visível sofra variações na quantidade de luz à medida em que a Lua se movimenta em torno da Terra. Porém, os alunos ainda precisam entender que as órbitas da Terra e da Lua se encontram em planos diferentes e, caso se encontrassem no mesmo plano, teríamos uma frequência de eclipses maior do que a observada, portanto, os eclipses foram trabalhados posteriormente com os alunos. O movimento de rotação também tem um papel importante no experimento didático formativo, já que, para explicar porque somente uma face da Lua é visível na Terra, os estudantes, além de levarem em conta a translação do satélite em torno de nosso planeta, deveriam considerar o movimento de rotação da Terra e da Lua que precisam estar sincronizados.

A próxima ação está relacionada à solução de situações particulares utilizando o modelo geral criado, porém, adequando a uma nova situação. Como já mencionado, os alunos precisaram adequar o modelo geral que foi trabalhado ao longo da primeira unidade didática, uma vez que, apesar dessa aula ter como foco o movimento de translação da Terra, também é uma situação particular, pois, caso os estudantes tivessem utilizado apenas esse conceito, não conseguiriam explicar as estações do ano. Portanto, houve transformação do modelo que foi discutido no primeiro encontro.

A ação de controle é feita durante a intervenção da professora ao realizar questionamentos para direcionar os estudantes. Por exemplo, nas falas “Por que você acha isso A2?” ou em “A2, você falou da elipse, por que você não testa?” são feitas para que os alunos chegassem no modelo esperado. A última ação é a avaliação que é constante durante a aula, uma vez que os discentes eram avaliados para se perceber se estavam chegando ao modelo esperado referente às estações do ano.

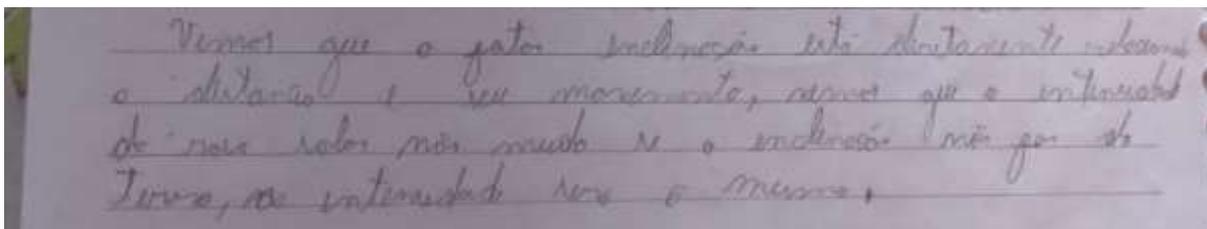
A compreensão desses movimentos estudados nessa primeira unidade didática tem um papel fundamental para o experimento didático formativo, em razão de as futuras ações mentais dos alunos para realizarem as próximas tarefas dependem desses conhecimentos para aplicar às situações particulares que foram estudadas. Por fim, para finalizar a aula, os alunos passaram pela modelação da relação diferenciada em forma objetivada, gráfica ou por meio de letras que materializou de forma escrita os modelos e relações criadas pelos alunos. Essa materialização pode ser observada nas figuras 2 e 3:

**Figura 2 - Representação escrita do aluno A1**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Figura 3 - Representação escrita do aluno A2**



Fonte: arquivo pessoal da autora.

A representação escrita feita pelos alunos evidencia que eles conseguiram compreender os conceitos trabalhados durante as aulas e trouxeram como elemento responsável pelas estações do ano a inclinação da Terra durante o movimento de translação. Dessa forma, os estudantes conseguiram ir além das aparências em relação ao fenômeno, uma vez que, em um primeiro momento, a aparência demonstrava que o principal fator seria a distância entre a Terra e o Sol durante o movimento.

No entanto, após os debates e experimentos, os alunos compreenderam que não se tratava do principal fator que influenciava as estações do ano. Nesse processo, eles conseguiram ultrapassar a fronteira da aparência para chegar a algo que seria mais essencial para compreensão do fenômeno estudado durante a aula. Todo esse processo contribui para a formação do pensamento teórico, pois para Davydov (1988) o conhecimento teórico é aquilo que se alicerça na superação da barreira da aparência, indo em direção à sua essência e levando em consideração todos os aspectos que caracterizam o objeto, bem como as relações fundamentais sua compreensão.

## **4.2 Segunda unidade didática**

### **4.2.1 Segundo encontro: Fases da Lua**

A aula referente às fases da Lua ocorreu no dia 17 de janeiro de 2019 e fez parte da segunda unidade didática construída pensando em tarefas que envolvessem o estudo desse astro. A tarefa que será descrita e analisada foi desenvolvida posteriormente a uma aula que explorou concepções sobre a Lua e sua influência na vida cotidiana do homem ao longo dos séculos, trazendo sua contribuição na criação de calendários e lendas em sociedades antigas. Também foi realizado um debate sobre aspectos que levaram o homem a observar o céu e a necessidade dessas observações empíricas que envolvem o astro para o homem naquele momento.

Para compreender um pouco da história envolvendo o astro nas sociedades antigas, os alunos receberam um texto (ANEXO B) contendo algumas questões com a finalidade de nortear

a compreensão e o posterior debate. Com isso, o objetivo era de que eles respondessem e apresentassem sua interpretação e avaliassem a compressão e as relações entre conceitos feitas durante a leitura e o desenvolvimento do próprio experimento didático formativo. Por fim, em um segundo momento da aula, foi exposta a reportagem “Você acredita na influência da Lua na produção agrícola?”. O vídeo foi exibido para provocar o debate sobre alguns mitos que ainda persistem atualmente e abordar o fato de que o produtor rural, por meio de observações empíricas, busca responder suas necessidades de produção de alimentos, assim como os homens das sociedades antigas faziam.

Posteriormente a esse encontro, foi trabalhado o tema “as fases da Lua”. A aula teve início com a entrega de materiais que seriam utilizados pelos alunos na criação de um modelo experimental e conceitual para explicar o fenômeno, para isso, eles receberam uma bola de isopor presa a um palito de churrasco, uma lâmpada que foi ligada utilizando uma extensão e um soquete, conforme o esquema abaixo da figura 4.

**Figura 4 - Materiais utilizados na atividade fases da Lua**



Fonte: arquivo pessoal da autora

Após receberem os materiais, foi proposto aos alunos que explicassem as fases da Lua e criassem um modelo experimental geral que seria importante também para a solução dos problemas presentes nas próximas aulas.

Durante a aula, pudemos identificar algumas ações de aprendizagem descritas por Davydov (1988). A primeira ação trata da transformação dos dados da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto estudado e pode ser evidenciada no trecho abaixo, já que é um dos momentos aos quais existe a observação do experimento para coletar dados e transformá-los à

medida em que as hipóteses são estabelecidas. Essa ação busca chegar a um modelo experimental geral que será trabalhado ao longo de toda a segunda unidade didática e, além disso, nessa aula, os estudantes devem aplicar os conceitos gerais de movimento ensinados na primeira unidade didática para explicar um fenômeno particular que são as fases da Lua.

**A2:** Acho que já sei o que está acontecendo, você já sabe? (Ao receber o materiais, os alunos imediatamente começaram ligaram a lâmpada um dos alunos A2 que estava com a bola de isopor.)

**A1:** Não...

**A2:** vem aqui para você ver, está vendo, quando você acendeu a luz, está vendo isso? (o aluno apontava para o lado escuro da bola de isopor)

**Professora:** O que você percebeu?

**A2:** Que o lado que eu estou está escuro, se eu começar a mover ela (bola de isopor) vai mudando.

**A1:** É como se fosse a lua crescente, vai aumentando a luz.

A terceira ação refere-se à transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades em forma pura e ocorre quando o aluno consegue solucionar o problema e uma relação geral é criada, porém é preciso estudar suas propriedades e transformar o modelo construído, compreendendo suas nuances para estabelecer relações que os ajudem a entender que o conhecimento está interligado. Conforme Davydov (1988):

Esta relação, nos dados reais da tarefa, parece estar “oculta” em muitos traços particulares que, em conjunto, dificultam seu exame especial. No modelo, em transformação, essa relação se faz visível e se pode dizer que aparece em “forma pura”. Por isso, transformando e reconstruindo o modelo, os escolares têm a possibilidade de estudar as propriedades da relação universal como tal, sem o “ocultamento” produzido por circunstâncias presentes. O trabalho com o modelo é um processo pelo qual se estudam as propriedades da abstração substancial da relação universal. (DAVYDOV, 1988, p. 183)

Nesse processo, o aluno estabelece essas relações que não são óbvias e compreende a essência desse conhecimento, bem como as mudanças sofridas pelo modelo à medida em que as situações particulares vão surgindo. Isso permite ao aluno criar mentalmente uma relação de conhecimento que parta de uma trajetória geral e universal e, aos poucos, se afunila e se adapta até chegar às situações específicas.

A ação de modelação da relação diferenciada em forma objetivada, gráfica ou por meio de letras, referentes à segunda ação, é feita quando o aluno escreve sobre suas ideias e o conhecimento compreendido, o que ocorreu no final da aula. Já a quinta ação, o controle, é feita nessa aula pela professora que tem o papel de auxiliar o aluno na construção do modelo sem fornecer a resposta para o problema. Por fim, temos a sexta ação, avaliação da assimilação do procedimento geral como resultado da solução da tarefa, que foi feita utilizando as gravações das aulas e com o uso dos materiais escritos pelos alunos. Para iniciar a aula, após a entrega dos materiais já apresentados ao longo desse texto, foi proposto que os alunos explicassem as fases da Lua e criassem um modelo experimental que comprovasse suas ideias.

**A2:** mas, está faltando a Terra, cadê? Vou usar a minha mão...olha

**A1:** Não dá para ver direito, minha cabeça vai ser a Terra...

**Professora:** Façam a atividade em um local mais espaçoso (isso foi pedido, porque os alunos estavam em um local pequeno e sentados)

**A2:** O que é isso? não é um eclipse? (quando os alunos se posicionaram para iniciar o experimento)

**A1:** Sério? Acho que não.

**A2:** Sim, tipo, Terra, Sol, Lua.

No diálogo entre os alunos, é possível notar que começam a elaborar as primeiras ideias de modelo prático proposto, ao mesmo tempo em que demonstram que compreendem a relação entre a luz e as fases da Lua. Ainda nesse trecho, quando os escolares questionam sobre o que usariam como Terra e o aluno A1 sugere “Não dá para ver direito, minha cabeça vai ser a Terra”, eles estão em um processo de transformar os dados para revelar uma relação universal, que visa identificar um procedimento geral “[...] a fim de separar (identificar) a relação que constitui a base do procedimento geral (modo geral) para sua resolução [...]” (DAVYDOV, 1988, p. 207). Uma vez conhecido esse procedimento geral referente ao modelo experimental, os alunos partem para a terceira ação: a aplicação desse modelo em situações particulares ao mesmo tempo em que o adapta a nova realidade.

Outro aspecto que vale ser mencionado é que um dos alunos, no início da atividade experimental, percebeu que o modelo criado por eles apresentava uma situação na qual o eclipse estava presente, o que seria trabalhado com os alunos ao longo da aula. No entanto, a professora não instigou, nesse momento, o aluno a pensar sobre o assunto, o que demonstra a dificuldade de manter uma postura dialógica com os alunos. De acordo com Marengão (2011), esse fato é

consequência de uma dificuldade em fugir do comportamento habitual de sala de aula, de não saber explorar os questionamentos dos alunos e estar acostumado a apenas explicar e responder de imediato às perguntas dos estudantes. Todavia, no Ensino Desenvolvimental, a função do professor não é fornecer a resposta para o aluno e Freitas (2011) corrobora com isso ao dizer que o papel do professor é instigar o aluno a conhecer a essência do conceito, oferecendo condições e atividades que permitam ao estudante investigar e aprender de maneira mais autônoma.

No diálogo a seguir, encontra-se um trecho no qual percebemos indícios de que os alunos conseguiram adaptar o modelo criado na primeira unidade didática e esse movimento de transformação foi feito para solucionar um problema diferente

**A2:** Olha, a luz está aumentando quando a lua vai se movendo em torno da terra...

Professora: Que lua é essa?

**A1:** crescente...a luz está aumentando, primeiro eu não estava vendo a lua e depois temos a lua cheia...

**Professora:** E o que você vê?

**A2:** Está tudo escuro, uai. Deixa-me tentar (o aluno pegou a bola de isopor) a Lua está aumentando quando ela tá girando...

**Professora:** Quando você chega aí o que você vê?

**A2:** Uma lua nova?

**A1:** Mas, tem duas luas novas em um mês?

**A2:** Não

**A1:** Então é um eclipse...não espera...não é

**A2:** Mas, é tem a Terra, o Sol e a Lua, eles estão juntos

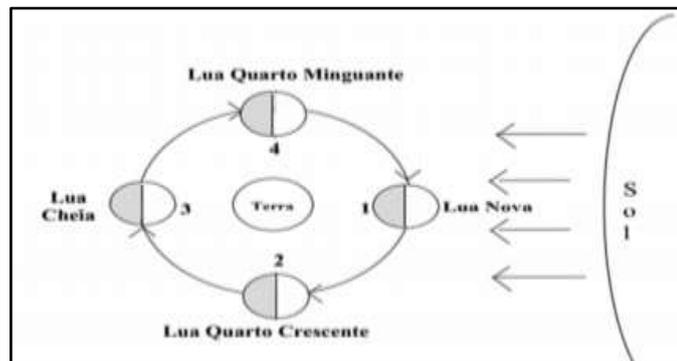
Tal processo é realizado quando os alunos compreendem que é necessário aplicar o conceito de translação para chegar ao resultado proposto na aula, isso quer dizer que o modelo sofreu uma adaptação. Todavia, nesse momento, os alunos ainda não haviam chegado à solução do problema proposto, eles apenas identificaram uma inconsistência em suas ideias ao perceberem a existência de um eclipse mensal – daí a necessidade de adaptação do modelo inicialmente criado. Ao realizarem essa ação de generalização do que foi introduzido, é que a compreensão do conceito é consolidada, pois, quando se apropriam dos conceitos gerais referentes ao movimento de translação e rotação estão aplicando o que foi ensinado anteriormente a uma situação particular. Essa ação, de acordo com Davydov (1988), é uma etapa que permite que os estudantes consigam concretizar a tarefa inicial e tenham a capacidade de converter às diversas tarefas particulares, realizando uma generalização do conceito geral.

Ainda sobre as situações particulares, pode-se afirmar que a aula referente às fases da Lua também é uma situação particular. Porém, é uma especificidade da aplicação o movimento de translação, já trabalhado no encontro sobre estações do ano, uma vez que sem esse conceito não seria possível explicar o fenômeno abordado na presente aula, apesar de ser um fator secundário para o fenômeno. Mas, ao mesmo tempo em que é uma situação particular, é um momento de identificação de um outro modelo geral, experimental, que nada mais é do que o próprio experimento em si utilizado para explicar e solucionar o problema proposto, o que já constitui a terceira ação proposta por Davydov (1988) que será mais perceptível nos diálogos anteriores.

Apesar de os alunos apresentarem pistas de que conseguiram utilizar o modelo criado anteriormente em uma nova situação, foi necessário transformá-lo. E um primeiro momento, os alunos o relacionaram ao movimento de translação e à iluminação, algo que parece explicar o fenômeno. Entretanto, foi preciso ir além das primeiras impressões, ou seja, foi necessário realizar o movimento de superação das aparências. Mesmo que um dos alunos tenha percebido a presença de um eclipse no modelo criado inicialmente, a ideia foi deixada de lado, por isso ao realizarem o experimento, a professora os direcionou, para perceberem que existia um eclipse no modelo criado. Ao serem questionados sobre o que percebiam ao observarem o experimento, constataram que a sombra da Terra encobria a Lua, portanto ela não seria vista por quem habita o planeta. Essa observação os levou a concluir que se tratava de um eclipse.

Esse erro presente no modelo inicial dos alunos, de acordo com Barbosa (2016), é algo fortalecido pela forma como o livro didático apresenta o conteúdo. A figura 5, segundo o autor, é encontrada em muitos livros que tratam do conteúdo referente às fases da Lua e trazem a Terra no centro de uma circunferência e a Lua em quatro posições que demonstram somente quatro fases. No canto direito da figura, temos o Sol e, ao observarmos, percebemos uma interpretação que poderia vir a surgir: de que teríamos dois eclipses mensais – um lunar e outro solar – por apresentar na figura dois alinhamentos entre os três astros no mesmo plano. Todavia, vale destacar que não há a ocorrência mensal desses eclipses, pois, as órbitas da Lua e da Terra estão em planos diferentes. Nos livros em geral, o aluno não é informado que as órbitas da Lua e da Terra estão em planos diferentes.

**Figura 5 - Típica figura encontrada em livros didáticos para explicar as fases da Lua.**



Fonte: Barbosa (2016)

Diante da percepção do erro, temos uma situação na qual os estudantes cruzam a linha da aparência, uma vez que poderiam acreditar que a ocorrência de dois eclipses mensais e isso os levariam a um modelo incorreto. O trecho a seguir exhibe a descoberta do erro e a transformação do modelo:

**Professora:** Se temos um eclipse, como teremos a fase da lua cheia?

**A2:** Eu acho que tem que fazer o movimento de translação...

**A1:** Mas, olha, não dá certo...

**A2:** e se eu passar para o outro lado?

**A1:** Mas, se você passar para o outro lado não vai mudar nada, vai ser lua nova do mesmo jeito...

**A2:** Mas, e se o sol fizer se mexesse daria certo

**A1:** Mas, o sol não tem movimento de translação em torno da terra, não faz sentido... me dá aqui, deixa eu tentar...(depois de alguns minutos colocando a bola de isopor em várias posições)

**Professora:** por que a luz não está chegando na lua?

**A1:** Por causa da sombra

**Professora:** Como então fazer com que essa luz chegue até a lua?

**A2:** tirando a cabeça da frente...

**A1:** Então, a Terra tem que dar uma descidinha...assim dá certo

**Professora:** e que isso significa?

**A2:** Aaaaah! Calma, consegui. Então para ter um eclipse o Sol, a Terra e a Lua têm que estar alinhados, mas normalmente não estão alinhados, para que aconteça lua cheia não pode estar alinhado.

Quando o debate culmina na afirmação de que não há um alinhamento entre os astros temos a transformação do modelo que é

[...] um caminho que o aluno deve percorrer para que a relação universal do objeto, estudado anteriormente, sirva como base para formar procedimentos gerais de solução de tarefas e, a partir disso, chegar ao núcleo do objeto ou seja, seu conceito generalizado e abreviado. Para se chegar a esse resultado, porém, é necessário extrair as múltiplas manifestações particulares do objeto, que somente se constituem nas relações com diferentes tarefas de estudo particulares. (OLIVEIRA; MIGUEL, 2020, p. 19-20).

Quando os escolares conseguem estabelecer essa relação de lógica dialética com o conteúdo que, segundo Davydov (1988), está ligada ao entendimento das concordâncias universais e da historicidade do objeto, conseguem compreender seu movimento, sua transformação e essência. Nesse processo, o sujeito caminha para a construção de um pensamento teórico que perpassa pela ascensão do abstrato ao concreto segundo Oliveira e Miguel (2020). Tal ascensão permite ao aluno estabelecer mentalmente uma estrutura conceitual que parte do geral para o particular, tendo uma capacidade de compreender o processo de mudança constante pelo qual passa o conceito em situações específicas.

A lógica dialética pode ser identificada nos trechos em que os estudantes perceberam que, para explicar o fenômeno das fases da Lua, seria necessário utilizar conceitos de movimentos presentes na primeira unidade didática. Porém, seria preciso ir além das aparências, uma vez que, em um primeiro momento, somente a translação e a iluminação do Sol sobre o satélite seriam suficientes para explicar o fenômeno. No entanto, conforme realizavam o experimento e colhiam as informações por meio de observações, fizeram um processo de transformação do modelo e chegaram à conclusão de que Lua e Terra estão em planos diferentes durante suas órbitas.

Durante a aula, os estudantes apresentaram um pouco de dificuldade para conseguir chegar à conclusão de que Lua e Terra estão em planos diferentes, e foi necessário instigá-los com algumas perguntas. Como é possível perceber no diálogo exposto anteriormente, os alunos conseguiram solucionar o problema proposto e criaram um modelo experimental apresentado por eles posteriormente com uma exposição oral e um registro escrito. Para solucionar o problema do modelo elaborado inicialmente, o aluno se abaixou e colocou a bola de isopor acima da cabeça, conforme mostra a figura 6 o que permitiu a luz chegar a Lua evitando um eclipse.

Ao serem questionados sobre suas conclusões a respeito da relação entre o modelo criado e a explicação para o fenômeno, os alunos conseguiram justificar de maneira correta ao afirmarem que para ter Lua cheia seria necessário que Lua e Terra estivessem desalinhadas.

Durante a exposição dos alunos, um dos questionamentos que surgiu foi referente à quantidade de fases que a Lua apresenta. Quando foram perguntados sobre o assunto, um dos

alunos disse que havia lido em uma reportagem que a Lua mudava de fase todos os dias e, ao apresentar essa resposta, foi pedido aos alunos que adequassem o modelo explicativo do experimento justificando sua ideia. Tal situação não era esperada, pois, inicialmente a ideia era de que os estudantes apenas focassem em apresentar uma aplicação para as fases da Lua, porém, quando o questionamento surgiu, a professora incentivou o debate sobre o assunto com os alunos.

**Professora:** Prontos?

**A2:** Na nossa ideia o A1 seria a Terra e Lua a bola de isopor [...] quando ele faz gira ela a luz vai mudando, só que o Sol, a Terra e a Lua, não estão alinhados.

**A1:** Se tivesse alinhado era para ter um eclipse na lua cheia todo mês [...]

Professora: Quantas fases tem a Lua?

**A2:** Quatro?

**A1:** eu li uma reportagem que falava que tinha uma lua diferente todo dia...

**Professora:** E você acha que é verdade?

**A1:** não sei.

**Professora:** Por que vocês não tentam ver usando o experimento?

**A2:** Deixa-me tentar...Aqui passou uma semana, depois passou outra, então a Lua se move um pouco e passa uma semana e muda a Lua...

**Professora:** Mas, quando você move a Lua o que você percebe?

**A2:** Que a Lua tá mudando e a luz tá diminuindo...

**A1:** Então minha ideia estava certa...

**A2:** Como assim?

**A1:** É porque, quando a Lua se move a cada momento a luz diminui, porque ela está mudando

**A2:** Não é só quatro fases?

**A1:** se considerar a mudança vai ter uma fase todo dia...

**A2:** Trinta fases.

**Figura 06 - foto do aluno efetuando a alteração do modelo**



Fonte: arquivo pessoal da autora

O episódio evidenciou que o aluno, apesar de já ter tido contato com uma leitura que falava sobre o assunto, não tinha certeza se aquele conhecimento era verdadeiro. Para validar a ideia do estudante, a professora pediu a ele que verificasse sua veracidade. Aqui cabe mencionar que os alunos chegaram ao modelo conceitual esperado, que é explicar que a medida em que a Lua se move, a luz incidente do Sol vai diminuindo e que a Terra se encontra em um plano diferente de seu satélite. Também houve a ação de adaptação desse modelo, uma vez que compreenderam que a Lua muda de fase diariamente durante esse processo. Outras ações que podem ser identificadas são as de monitoramento e avaliação ocorridas ao longo da aula, quando a professora faz questionamentos aos estudantes para monitorar e avaliar se os alunos estão conseguindo solucionar o problema, ou seja, se estão alcançando os objetivos da aula.

Ao longo da aula, foi possível perceber o empenho dos alunos em responder às questões propostas e realizar o experimento. Os diálogos apontam para pistas que podem indicar que os alunos conseguiram alcançar alguma abstração e demonstram que foram capazes de realizar a generalização ao aplicar os conceitos de movimento para explicar as fases da Lua em uma situação particular. Isso caracteriza a formação do pensamento teórico pois “[...] traz consigo um caráter integral do objeto de estudo e apresenta uma relação universal que garante ao sujeito compreender todas as suas múltiplas manifestações que, de modo geral, estão dispostas de forma interna.” (OLIVEIRA; MIGUEL, 2020, p. 16).

Essa ascensão do abstrato ao concreto pode ser identificada no diálogo apresentado na página anterior, quando os estudantes saem das aparências – em um primeiro momento, acreditavam que a Lua apresentava somente quatro fases e o experimento em uma análise inicial parecia não contradizer suas ideias. Porém, ao refazerem o experimento e o modelo, chegaram à conclusão de que o astro muda suas fases todos os dias. Além disso, essa abstração também pode ter ocorrido quando temos indícios de que generalização dos conceitos de movimento de translação e rotação para explicar as fases da Lua. Assim, ao perpassar pelas ações mentais de aprendizagem e conseguir construir uma relação entre os conceitos, o aluno passa a operar uma estrutura conceitual e o movimento dialético do abstrato ao concreto.

#### **4.2.2 *Quarto encontro: Lado visível da Lua***

Essa aula faz parte do quarto encontro da segunda unidade didática e foca no fenômeno do lado próximo da Lua. Trata-se de um momento posterior aos estudos do fenômeno eclipse lunar e solar, perpassando por todas as ações mentais estabelecidas pelo Ensino Desenvolvidor. Nessa aula, os alunos deveriam utilizar os conceitos ensinados nos encontros anteriores

a fim de solucionar um problema que exigiria conhecimento do modelo prático e conceitual que foi trabalhado na primeira e segunda unidade didática. Cabe ressaltar que, de acordo com Davydov (1988), o professor deve propor um sistema de tarefas particulares que precisam ser solucionadas utilizando o conceito nuclear. Partindo desse pressuposto, foi elaborada a tarefa referente ao lado visível da Lua, na qual os alunos utilizariam o modelo prático elaborado e os conceitos de movimento ensinados ao longo da sequência para explicar por qual motivo sempre vemos o mesmo lado da Lua quando olhamos para o céu.

Em um primeiro momento, os estudantes receberam os materiais presentes na Figura 7. Em seguida, com a finalidade de situar e contextualizar o assunto da aula, foi apresentado a imagem da figura 8 e os estudantes foram questionados sobre o que era possível perceber ao observar as mudanças de fases da Lua. O que se esperava era que percebessem que, apesar das mudanças de fase, a face da Lua visível para quem está na Terra é sempre a mesma.

**Figura 07- Materiais utilizados: Lado visível da Lua**



Fonte: Própria autora

**Figura 08 - Lado visível da Lua**



Fonte: infoescola S/N

Após serem situados sobre o assunto tratado na aula, foi proposto aos estudantes que criassem um modelo prático e conceitual usando o material entregue e que solucionassem o problema “Por que sempre enxergamos o mesmo lado da Lua?”. A questão despertou a curiosidade dos escolares que questionaram se a Lua executava algum movimento em torno de si mesma. Além disso, conseguiram associar o modelo prático usado nas aulas anteriores ao problema proposto, o que é um indício de que o modelo prático geral, que consiste no sistema Terra, Sol e Lua, foi compreendido.

**Professora:** O que é possível perceber nas fotos?

**A1:** As fases da Lua?

**Professora:** Sim, mas se você observar a Lua o que também é perceptível?

**Observem** com atenção.

**A1:** eu estou vendo os mesmos desenhos. É isso?

**Professora:** Por quê?

**A1:** não sei, é o mesmo lado que fica virado para cá?

**Professora:** Sim, mas por que isso acontece? Por que enxergamos sempre o mesmo lado da Lua? Eu quero que vocês usando o material que eu entreguei, consigam propor uma hipótese e prová-lo usando o experimento.

**A2:** está, vamos pensar o seguinte, segura a bola de isopor que eu vou ser a Terra e a professora segura a lâmpada. E você começa a se mover.

No trecho acima, é descrito o momento em que é feita a contextualização do problema trabalhado durante a aula, com a finalidade de demonstrar aos alunos que se trata de algo que faz parte do cotidiano e, ao mesmo tempo, despertar os motivos e, conseqüentemente, o desejo de aprender o conceito ensinado. O ponto de partida para o ensino do estudante deve ser o conhecimento cotidiano, algo que esteja diretamente relacionado às experiências dos alunos, ou seja, deve ser contextualizado. De todo modo, concordamos que a contextualização

[...] das questões é muito importante para que o aluno possa perceber que os conteúdos ministrados em sala de aula estão relacionados com o cotidiano deles, podendo despertar o desejo de aprender determinados conteúdo. O aluno se apropria do conteúdo de forma diferente quando percebe que este está diretamente relacionado com o seu cotidiano. O aluno só aprende de forma efetiva se determinado conteúdo desperta o seu desejo de aprender. (BORGES, 2016, p.46).

Para Davydov (1988), quando o professor desperta os motivos dos alunos para aprenderem, consegue despertar o desejo em compreender já que os seres humanos são movidos pelos desejos e só se envolvem com algo se tiverem interesse. Justamente por isso, a imagem da figura 8 foi apresentada aos estudantes com o intuito de mostrá-los que o assunto a ser ensinado se trata de um fenômeno cotidiano – a cada mudança de fase da Lua, é visível a mesma imagem de uma cratera que é conhecida como “cratera de São Jorge”.

Nos diálogos apresentados até o momento, temos evidências da primeira ação de aprendizagem proposta por Davydov referentes à transformação dos dados em tarefas. É o momento em que o conceito a ser ensinado é apresentado aos estudantes e, ao identificarem esse conceito geral, as hipóteses começam a ser elaboradas, testadas e transformadas.

Ao iniciar o experimento, o aluno que representava a Lua começou a se mover em torno da Terra e, nesse momento, os estudantes foram questionados sobre o que estavam observando durante o experimento. Ainda durante o experimento, os alunos perceberam a necessidade de fazer a primeira adaptação do modelo prático realizado nas aulas anteriores, já que foi necessário considerar a rotação da Terra, movimento que já havia sido debatido na primeira unidade didática:

**Professora:** O que vocês observam?

**A1:** Não está dando muito certo, eu só consigo ver a Lua uma vez, eu acho que eu tenho que girar e acompanhar a Lua quando ela tá mudando de fase.

**A2:** Então tem que considerar o movimento de rotação da Terra também, porque ela gira também, né?

**A1:** Eu acho que sim [...] porque se a gente não considerar, eu não consigo ver.

**A2:** Vamos tentar

Nesse momento, os estudantes iniciaram as proposições de hipóteses e estabeleceram relações entre os conceitos estudados nas aulas antecedentes e o problema proposto, aplicando-o a uma nova situação. Ao criar conexões entre os conceitos e aplicar os modelos ensinados a outras situações, temos indício da formação do pensamento teórico que “[...] consiste em elaborar os dados da contemplação e da representação em forma de conceito e com ele reproduzir unilateralmente o sistema de conexões internas que originam o concreto dado, descobrir sua essência”. (DAVYDOV, 1988, p. 82).

Nas falas acima, é possível identificar duas ações de aprendizagem ocorrendo: a) a transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades em forma pura e, b) a

construção do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral que ocorre quando os estudantes se apropriam do modelo experimental geral e dos conceitos de rotação e translação para explicar um fenômeno particular. Isso significa que temos indícios de um processo de generalização do modelo conceitual e experimental.

De acordo com Davydov (1988), quando o estudante realiza conexões entre os conceitos e se apropria de procedimentos gerais para solucionar determinadas tarefas, estão realizando o processo de generalização aplicados a situações particulares e, para isso, é necessário realizar adaptações dos modelos criados. Isso “[...] permite que os escolares sejam capazes, sem fazer comparações, realizar de modo autônomo a generalização ‘imediate’ dos objetos, relações, ações matemáticas com base na análise de um fenômeno na série de fenômenos parecidos.” (DAVYDOV, 1988, p. 98).

Durante a aula, conforme evidenciam os próximos diálogos, os alunos apresentaram uma mudança de postura em comparação com os encontros anteriores e interagiram bastante com pouca intervenção da professora que indicou alguns direcionamentos pontuais para auxiliá-los na esquematização de suas ideias. Peres e Freitas (2014) ressaltam que, em um primeiro momento, os alunos não conseguem solucionar as tarefas sozinhos, sendo necessárias constantes intervenções do professor, porém, gradativamente, os escolares “[...] adquirem os conceitos como ferramentas mentais básicas e, assim, adquirem autonomia e independência na realização das tarefas.” (PERES; FREITAS, 2014, p. 24).

**A1:** Deu certo agora.

**A2:** Mas, por que você só está enxergando esse lado? Onde está a resposta?

**A1:** Porque a Terra está girando em torno dela mesma e a Lua em torno da Terra.

**A2:** Então você tem que girar a Lua, [...] está fazendo errado.

**A1:** Fica aqui, vamos refazer devagar e você vai ver. (aluno refazendo experimento), está vendo?

**A2:** Ela está mudando de fase?

**A1:** Claro que está, mas olha[...] ela está girando também.

**A2:** Vamos fazer de novo e ver[...] e deixa que eu vou ser a Terra.

**A2:** Está girando mesmo (após refazer o experimento), mas é rápido, por isso eu não estava conseguindo ver.

**Professora:** E quanto tempo a Lua gastou para dar essa volta em torno da Terra?

**A1:** Quase um mês para dar a volta em torno da terra.

**Professora:** É para dar a volta em torno de si mesma.

**A1:** Não sei[...] quase um mês também?

**Professora:** Por que você acha isso?

**A2:** Quando a gente estava girando-a não girava de uma vez a cada movimento.

**A1:** Ela vai girando aos poucos, olha (refazendo o experimento). Quando eu saio daqui e volto é que ela dá uma volta completa.

**Professora:** E o que isso quer dizer?

**A1:** Que a Lua gasta o mesmo tempo para girar em torno dela mesma e para fazer a translação em torno da Terra, os movimentos estão meio[...] juntos, sincronizados.

**A2:** Ela girando devagar em torno dela e da Terra.

**Professora:** Então, por que sempre enxergamos o mesmo lado da Lua?

**A1:** Porque a Lua faz um movimento sincronizado quando gira em torno dela mesma e em torno da Terra e a Terra também tá girando em torno dela mesma quando isso tá acontecendo.

Por meio da observação, os alunos perceberam que a Lua gira em torno de si mesma à medida em que executa o movimento de translação em volta da Terra. No entanto, o aluno A2 apresentou um pouco de dificuldade em perceber esse movimento e, apesar de citar o fenômeno das fases da Lua, não conseguia visualizar a rotação do satélite. Daí a necessidade de interação entre os estudantes e foi nesse instante que o outro aluno, que já havia percebido o que acontecia, o auxiliou na compreensão do fenômeno. Para Libâneo (2004), o desenvolvimento individual do sujeito depende dessa interação coletiva, uma vez que a atividade cognitiva é inseparável das relações culturais, pois é por meio dessa interação que os alunos aprendem. É nessa interação que os conceitos vão se formando e, por isso, é necessário que, em um mesmo grupo, alunos de níveis diferentes estejam se comunicando e expressando suas ideias, já que, nesse caso, existe uma troca de experiências.

No diálogo anterior, ainda é possível identificar a modelação da relação conceitual básica, que é a segunda ação de aprendizagem (DAVYDOV, 1988). Ela é perceptível nos momentos em que os estudantes obtêm o conceito e criam um modelo que poderá ser esquematizado “[...] por meio de um enunciado, uma fórmula, um desenho, entre outros. Neste momento é importante que os alunos em grupo discutam os dados que puderam ser retirados das tarefas no intuito de chegar ao conceito.” (BORGES, 2016, p. 59). No caso dessa aula, os alunos devem obter um modelo prático e conceitual que explique porque sempre vemos o mesmo lado da Lua. Quando eles chegaram a esse modelo, ao estabelecerem que deveriam considerar que a Lua estava em um movimento sincronizado de rotação e translação para explicar o fenômeno, estão chegando ao conceito proposto, à modelação.

A terceira ação, que é a transformação dos modelos, pode ser identificada ao longo de toda a sequência, uma vez que o modelo prático criado pelos alunos na aula referente às “fases da Lua” foi utilizado para solucionar diversas situações particulares, no entanto, sofrendo adaptações para cada momento. Além dessa visão geral da sequência de ensino, essas mudanças são

feitas durante a aula, isso fica perceptível quando pensamos no primeiro modelo criado por eles, que não levava em consideração o movimento de rotação da Terra que deve ser considerado na solução do problema. Já o segundo modelo criado adicionou a rotação da Terra e Lua.

Conforme Borges (2016), se os alunos internalizaram o conceito, podem transformar o modelo e analisar suas relações e podem discutir e pensar sobre a situação que os envolve, o que pode ser uma mudança no comportamento de aprendizagem. O aluno deve buscar a essência, ultrapassando as impressões superficiais do conceito, compreendendo as particularidades e inconsistências de cada modelo criado. Quando o aluno verifica a inconsistência, é um bom momento para os professores discutirem a confusão dos alunos sobre certos conceitos.

Na quarta ação, que é a realização de tarefas particulares por meio de um procedimento geral, pode ser identificada nas falas nas quais os estudantes se apropriam dos conceitos de movimento ensinados na primeira unidade didática. Quando utilizam os conceitos de rotação e translação para explicar um fenômeno particular, estão aplicando um procedimento geral a uma situação particular. Outro fato que deve ser mencionado, refere-se ao modelo prático experimental que é o mesmo usado nas aulas anteriores da segunda unidade didática e também foi aplicado para solucionar o problema proposto.

A ação de controle é feita pela professora quando são realizadas algumas intervenções durante a resolução do problema proposto. Por exemplo, quando os alunos são questionados sobre o tempo que a Lua gastou para dar uma volta completa em torno da Terra. Assim, os questionamentos feitos têm a função, de acordo com Borges (2016), de direcionar os estudantes, verificando se estão interiorizando os conceitos e corrigir eventuais equívocos.

Já a ação de avaliação é um processo constante feito pelo professor que deve analisar a todo instante os acontecimentos da aula. Quando os alunos conseguem solucionar o problema proposto – evidenciado pela fala dos estudantes ao explicarem os fenômenos utilizando o que foi ensinado ao longo da sequência de ensino – é possível avaliar se o objetivo final da aula foi ou não alcançado. Dessa forma, ao analisar as falas dos estudantes e direcioná-los durante a ação de controle, também é feita uma avaliação do que foi aprendido pelos alunos, uma vez que se avalia se “[...] o procedimento geral de solução da tarefa de estudo dada, se o resultado das ações de estudo corresponde (e em que medida) ou não ao seu objetivo final [...]” (DAVYDOV, 1988, p. 184).

O caminho criado pela aula pode fornecer um caminho para que o aluno estabeleça conexões entre as tarefas ensinadas e aplique o conceito geral trabalhado nas duas unidades didáticas, ou seja, execute os conceitos de movimento e o modelo prático para uma situação particular. Para chegar à solução da atividade, foi necessário ultrapassar as aparências e buscar

a essência do fenômeno que envolve a capacidade de aplicar os conceitos gerais a essa situação em particular. Em primeiro ímpeto, ao estabelecerem o modelo prático correto, poderiam não perceber o movimento de rotação da Lua, não tão perceptível, no entanto, ultrapassaram as primeiras impressões e captaram a essência do fenômeno aplicando os conceitos gerais à referida situação.

Tais conexões caracterizam a formação do pensamento teórico que, de acordo com Davydov (1988), parte de relações gerais que buscam a essência dos conceitos e identificam as conexões internas abstraindo as particularidades para adaptação dos modelos e, assim cria a capacidade de generalização, o que é um indício da formação de conceito.

#### **4.2.3 *Quinto encontro: análise da carta***

O quinto encontro da segunda unidade didática, ocorrido no dia 25 de janeiro de 2019, teve como objetivos: finalizar a sequência de ensino com uma avaliação do curso e promover uma avaliação da aprendizagem dos participantes por meio da elaboração da descrição sobre o que aprenderam ao longo das aulas. Tratou-se de um momento no qual os estudantes tiveram a oportunidade de relatar suas experiências e aprendizagens de maneira escrita, esquematizando também as relações entre os conceitos. Segundo Aquino (2014), a avaliação é uma parte importante da etapa de desenvolvimento do experimento didático formativo ao final da fase experimental.

A prova deve avaliar o cumprimento dos objetivos do programa e a assimilação dos conhecimentos por parte dos alunos, assim como dentro do possível, as evidências de desenvolvimento de habilidades e hábitos por parte dos alunos. Os resultados da atividade dos alunos, recolhidos na avaliação final, permitirão comparar os resultados do processo com os finais da experimentação. (AQUINO, 2014, p. 4653).

A avaliação foi realizada por meio de uma carta escrita por cada um dos participantes. Logo no início do encontro, a professora explicou para os estudantes que eles deveriam escrever uma carta para alguém que não participou do curso, contando como foi a experiência e o que haviam aprendido. Mas, como se pode perceber nos trechos abaixo, decidiram que o destinatário seria a Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA). Ao longo da aula, a

professora deixou claro que as críticas seriam bem-vindas e que deveriam considerar não somente a prática da professora, mas, também a metodologia usada.

Nos trechos a seguir, percebemos que a avaliação do curso feita pelos alunos foi positiva. Nesse ínterim, os alunos destacaram o uso dos experimentos para testar suas hipóteses iniciais sobre os problemas.

**Trecho da carta do aluno A1:** Prezada NASA, aprendemos muita coisa durante as aulas sobre eclipses, estações do ano e sobre a Lua. No começo tivemos dificuldade de fazer os experimentos, mas com a ajuda da professora fomos aperfeiçoando os experimentos e tendo mais facilidade para fazer as atividades. No começo, tínhamos muitas ideias e com os experimentos fomos descobrindo que elas não estavam certas[...] NASA, gostei muito do curso e já estou pronto para ser recrutado.

**Trecho da carta do aluno A2:** [...] o curso foi bem legal, porque tivemos que fazer experimento para chegar a um resultado e ir explicando o que era perguntado. Tivemos muita dificuldade no início, mas ela foi diminuindo com as aulas com o uso dos experimentos.

Segundo Brignoni (2018), as atividades práticas são vistas com bons olhos pelos alunos por permitirem que eles manipulem objetos o que desperta a curiosidade e incentiva a participação nas aulas. Além disso, relataram que as dificuldades encontradas inicialmente foram sendo vencidas ao longo das aulas, algo que vai ao encontro à teoria do Ensino Desenvolvidor, na qual, segundo Borges (2016), o aluno vai adquirindo uma independência cognitiva de forma gradual pois esse tipo de metodologia de ensino demanda tempo, mas que as chances de sucesso na aprendizagem subsequente são grandes.

Nas cartas, é possível observar indícios de que os estudantes perpassaram pelas ações de aprendizagem propostas por Davydov (1988), gerando um processo de generalização dos conceitos assimilados ao longo das aulas. Isso é evidenciado quando conseguem solucionar os problemas propostos com a utilização do conceito geral ensinado que se refere aos movimentos executados pelos astros estudados. A generalização, assim como a ascensão do abstrato ao concreto são importantes na formação de conceitos e tais características podem ser percebidas no trecho abaixo quando os alunos A1 e A2 mencionam a aula referente ao lado visível da Lua, as fases da Lua e os eclipses.

**Trecho da carta do aluno A1:** Com base em experimentos práticos observamos que não há eclipse todo mês por haver um desalinhamento em que a Terra e a Lua não estão no mesmo plano, o que permite que seja possível vermos todas as mudanças de fase da Lua sem que haja eclipse. Essas mudanças de fases acontecem porque a Lua realiza um movimento de translação e rotação em torno do próprio eixo e isso faz com a luz vá diminuindo ou aumentando ao longo do mês. Assim, descobrimos que não há só quatro fases em um mês, e sim uma a cada dia, já que todos os dias Terra e Lua estão alternando suas posições.

**Trecho da carta do aluno A2:** Logo após vermos sobre os calendários e sua relação com a Lua, vimos sobre as fases da Lua em que ela precisa realizar um movimento de translação em torno da Terra e que a luz vai diminuindo quando a Lua se move. Vimos também que a Terra e a Lua estão desalinhadas, porque se tivesse alinhado teria eclipse todo mês, mas, vimos que isso não acontece. Chegamos à conclusão que temos mais de quatro fases da Lua, porque ela muda de fase todo dia.

Nesses trechos, os alunos fazem uma relação entre os conceitos estudados em vários momentos da sequência de ensino para explicar um mesmo fenômeno, as fases da Lua, em um processo de generalização. Essa generalização é feita quando eles se apropriam dos conceitos gerais da sequência que são os movimentos de translação (no caso do aluno A2) e rotação (e ambos os movimentos no caso do aluno A1) para explicar como o fenômeno ocorre, aplicando a uma situação particular. Além disso, conseguem estabelecer uma relação com o eclipse, pois, compreendem que, para explicar as fases da Lua, seria necessário especificar que Terra e Lua estão em planos diferentes. Nessa aula, os alunos puderam simular o fenômeno que possibilitou estabelecer uma abstração inicial que vá além das aparências ao observar a prática experimental. Essa abstração inicial é necessária para a ascensão do abstrato ao concreto e essa ascensão permitirá a formação do pensamento teórico no estudante.

A ascensão do abstrato ao concreto ocorre quando os estudantes observam e analisam o experimento e realizam um processo de abstração inicial da realidade, porém, essa observação deve ir além das aparências. Quando os alunos percebem que, para explicar o fenômeno das fases da Lua, seria preciso não somente o movimento de translação, mas que os astros envolvidos tivessem em planos diferentes, estão indo além de uma abstração superficial, uma vez que, em um primeiro momento, poderiam explicar o fenômeno sem perceber as entrelinhas.

De acordo com Davydov (1988, p. 144), “[...] O abstrato e o concreto são momentos do desmembramento do próprio objeto, da realidade mesma, refletida na consciência e por isso são derivados do processo da atividade mental [...]”. Assim, no processo de ascensão do abstrato ao concreto há uma observação e análise da realidade e reprodução do concreto no pensamento de maneira teórica cabendo ao pensamento teórico elaborar os dados consequentes da

observação e reproduzir uma representação em forma de conceitos que estabeleça relações e conexões com dados concretos para descobrir a essência do objeto. Tal capacidade de generalização aparece em outro trecho da carta do aluno A2, quando ele estabelece relações entre os conceitos e fenômenos. Mais uma vez, o indício da formação do pensamento teórico, superando a análise particular do que foi estudado.

**Trecho da carta do aluno A2:**[...] durante as fases da Lua e no eclipse a Terra e a Lua, têm um movimento sincronizado de rotação, por causa disso sempre enxergamos o mesmo lado da Lua quando olhamos para o céu.

Além dessa generalização, é possível identificar algumas ações de aprendizagem definidas por Davydov (1988). A transformação dos dados e condições da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto estudado é evidenciada quando os estudantes relatam a utilização dos conceitos de rotação e de translação para explicar uma situação particular envolvendo o sistema Terra e Lua, a saber: as fases da Lua, o eclipse lunar e solar e o lado visível da Lua. Esse processo é um indício de que o conceito geral do experimento didático formativo foi compreendido.

Outra ação que pode ser identificada é a modelação da relação universal em forma objetual, gráfica ou com letras, que sugere a criação de um modelo que, no caso dessa aula, é escrita e é representado pela carta. Essa ação está intimamente ligada à avaliação que é feita de duas maneiras: os alunos devem avaliar o curso e sua metodologia como um todo e a professora deve avaliar se os objetivos foram ou não alcançados. Por isso, ao apresentar proposta foi solicitado que os estudantes avaliassem e descrevessem o que aprenderam no curso. Quando os alunos criam esse modelo escrito, constroem o modelo no qual será possível avaliar as relações estabelecidas. Além disso, a modelação efetivada nas cartas indica que os discentes são capazes de realizar generalizações, aplicando esses conceitos a diversas situações, estabelecendo vínculos entre os fenômenos estudados. A carta também fornece pistas que demonstram se os objetivos da sequência de ensino foram ou não alcançados.

A ação de transformação do modelo com a finalidade de estudar a propriedade da relação universal que foi identificada no objeto pode ser percebida no trecho descrito pelo aluno A1 “[...] com base em experimentos práticos observamos que não há eclipse todo mês por haver um desalinhamento em que a Terra e a Lua não estão no mesmo plano, o que permite que seja possível vermos todas as mudanças de fase da Lua sem que haja eclipse”. Daí temos pistas de

que o modelo criado inicialmente precisou de adequações. Nessa descrição, o aluno apresenta a mudança feita para conseguir explicar o fenômeno – a percepção de que haveria um eclipse caso Lua e Terra estivessem no mesmo plano, o que se não fosse analisado com aprofundamento e atenção poderia ficar oculto, por tratar-se de um traço específico de uma situação particular, o que nos leva à próxima ação.

A construção de um determinado sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas com um mesmo procedimento está fortemente interligada com a ação anterior, pois de acordo com Davydov (1988), essa adaptação do modelo geral é feita para solucionar tarefas de situações particulares. No trecho escrito pelo aluno A2, “[...] as fases da Lua e no eclipse a Terra e a Lua, têm um movimento sincronizado de rotação [...]”, vemos a apresentação de outra alteração feita no modelo criado na aula referente as fases da Lua, que consistia em explicar o fenômeno com o movimento de translação do satélite e atribuir também ao fato dos astros estarem em planos diferentes, no entanto isso não é suficiente para explicar o lado visível da Lua. Por isso, para essa situação em particular, foi acrescentado ao modelo o movimento de rotação sincronizado realizado entre os astros. Essa ação permite que os estudantes

[...] concretizem a tarefa de aprendizagem inicial e a convertam na diversidade de tarefas particulares que podem ser solucionadas por um procedimento único (geral), assimilado durante a execução das ações anteriores de aprendizagem. O caráter eficaz deste procedimento é verificado, justamente, na solução de tarefas particulares; os escolares as enfocam como variantes da tarefa de aprendizagem inicial e imediatamente, como se fosse “de um golpe” identificam em cada uma a relação geral, orientando-se pela que podem aplicar o procedimento geral de solução anteriormente assimilado. (DAVYDOV, 1988, p. 175).

Assim, quando os alunos relatam a utilização dos movimentos de translação e rotação para explicar os fenômenos descritos durante as aulas, estão oferecendo pistas de que o conceito geral foi assimilado, pois o aplicam a outras situações e estabelecem relações quando fazem adequações nesse modelo. Por fim, as ligações estabelecidas entre o que foi estudado podem demonstrar que houve o processo de ascensão do abstrato ao concreto. Isso em razão de que, ao analisarmos a sequência como um todo, percebemos que os conceitos de movimento e suas adequações seriam as abstrações iniciais. Como relatado ao longo da análise, a translação e rotação poderiam parecer em um primeiro instante suficientes para explicar os fenômenos, porém, os estudantes precisaram encontrar as particularidades “ocultas”, a essência, em cada

situação e, ao escreverem e demonstrarem a assimilação do concreto real, o conceito teórico foi assimilado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo investigar e apresentar quais as contribuições de um experimento didático formativo sobre Astronomia para a formação de conceitos na perspectiva do Ensino Desenvolvimental de Davydov. Para isso, buscou-se, inicialmente, definir um conceito geral encontrado na realização de um estudo lógico histórico dos sistemas Sol, Terra e Lua. Após encontrar esse núcleo conceitual referente aos movimentos de rotação e translação, foram definidas em diversas situações particulares que poderiam ser solucionadas com um mesmo procedimento. A apropriação do conceito nuclear por parte dos alunos deveria ser feita durante o experimento didático formativo, cuja finalidade é levá-los à compreensão do conceito geral para ser aplicado a situações particulares.

A análise lógico histórica referentes ao sistema Terra, Sol e Lua foi feita durante a primeira etapa do experimento didático formativo, que tinha a função de realizar uma revisão sobre textos referentes ao assunto, dentro de uma perspectiva que contemplasse o Ensino Desenvolvimental. Como não foram encontrados trabalhos que relacionassem Astronomia e o Ensino Desenvolvimental, optou-se por pesquisar o ensino de Astronomia dentro da perspectiva da teoria histórico cultural, o que possibilitou encontrar dois trabalhos, o de Carvalho (2016) e Lago (2013). Essas pesquisas foram importantes para a elaboração do plano de ensino desenvolvido neste trabalho por apresentarem um estudo lógico histórico voltado para a Astronomia, auxiliando no processo de identificação dos conceitos nucleares para o experimento didático formativo. Além desse aspecto, essa procura demonstrou a necessidade de ampliar as pesquisas de Astronomia dentro da visão do Ensino Desenvolvimental que busca o desenvolvimento dos sujeitos e foge dos padrões do ensino tradicional. Ensino esse que prioriza a memorização e uma aprendizagem que privilegia o movimento do particular para o geral. Segundo Libâneo (2004), Davydov recrimina o ensino tradicional que foca na transmissão de conteúdo sem fornecer a possibilidade de que o aluno aprenda a investigar e propõe que o professor estruture tarefas que permitam que o estudante percorra caminhos semelhantes aos cientistas para a produção de conhecimento.

Esse processo permite que o estudante realize generalizações e ascenda do abstrato ao concreto, mas, para isso, é necessário que o professor pense em tarefas que possibilitem que o aluno possa perpassar pelas ações de aprendizagem descritas por Davydov (1988). Essas ações de aprendizagem que favorecem a formação de conceitos devem ser desenvolvidas durante as aulas para que os alunos desenvolvam a capacidade de generalização dos conceitos. A primeira delas é a transformação dos dados da tarefa; a segunda é a criação de modelos de forma

objetivada, gráfica ou por meio de letras; a terceira é transformação do modelo; a quarta é a construção do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas com um conceito geral; a quinta é a ação de controle e a sexta e a última é a avaliação. Foi possível identificar as ações de aprendizagem citadas ao longo do experimento didático formativo em vários momentos das falas dos estudantes que fizeram uma avaliação positiva do curso como um todo, apesar de relatarem dificuldades no início. A dificuldade e a inibição referentes às aulas iniciais foram sendo diminuídas com o decorrer do curso.

A primeira das dificuldades encontradas foi o acesso a trabalhos de Astronomia voltados para o Ensino Desenvolvimental de Davydov, uma vez que não foi encontrada nenhuma pesquisa sobre o assunto. Outra dificuldade foi a compreensão da teoria por parte da pesquisadora, o que tornou a elaboração do experimento um desafio. E mesmo após a elaboração do plano de ensino, durante a aplicação, houve a participação de apenas dois alunos, pois a pesquisa foi aplicada em janeiro e grande parte da turma não estava acompanhando as aulas nesse período.

O Ensino Desenvolvimental apresenta possibilidades positivas para a aprendizagem, conforme os indícios mostrados ao longo deste trabalho, porém, também devemos destacar alguns possíveis limites para a aplicação dessa teoria. O primeiro deles é o tempo necessário para a aplicação das tarefas de aprendizagem, já que não é possível prever o tempo que o aluno precisa para solucionar determinado problema. Além disso, dentro da realidade da sala de aula no Brasil, enfrentamos outros possíveis desafios para a aplicação dessa teoria: como a dificuldade de dominar os conceitos para identificar o conceito nuclear, excesso de alunos na sala de aula, carga horária excessiva do professor e um currículo com grande quantidade de conteúdos e que parte de situações particulares para as gerais.

Na BNCC, a base para os currículos estaduais e municipais, a Astronomia é ensinada no primeiro e segundo anos do Fundamental I e começa por escalas de tempo, movimento aparente do Sol no céu e o Sol como fonte de luz e calor, não focando nos conceitos considerados por este trabalho como gerais que são os movimentos de translação e rotação. Os conceitos de translação e rotação só são abordados de forma mais específica no quinto e sexto anos, apesar do movimento cíclico da Lua ser mencionado nos terceiro e quarto anos. Além disso, o movimento cíclico da Lua é trabalhado como uma situação particular e não como consequência do movimento de translação. Portanto, para a aplicação do Ensino Desenvolvimental seria necessária uma reestruturação curricular que previsse uma abordagem conceitual partindo do geral para o particular.

O papel do professor nesta metodologia é elaborar um plano de ensino com tarefas que levem os alunos ao processo de generalização e orientar os estudantes de modo a não oferecer a resposta, mas levando-os à análise e resolução do problema proposto por meio da generalização. Esse papel de pesquisadora e ao mesmo tempo professora foi um dos desafios encontrados na análise de dados, por se tratar de analisar sua própria prática. Somado a isso, elaborar questionamentos que orientassem os alunos de acordo com suas hipóteses sem fornecer uma resposta pronta, também foi uma dificuldade: em muitos casos, os alunos apresentaram respostas inesperadas e foi necessário pensar em questionamentos que os levassem à solução do problema proposto. Na análise de dados, também surgiram alguns desafios devido à pouca experiência com pesquisas de campo por parte da pesquisadora e, por isso, a forma de entrega das atividades produzidas não foi orientada e boa parte delas foi a lápis, o que tornou a transcrição de alguns trechos da carta uma tarefa árdua.

Outro aspecto que vale ser mencionado refere-se à capacidade de generalização dos alunos que conseguiram aplicar para todos os problemas propostos os conceitos de movimento de translação e rotação, realizando alterações no modelo conceitual e experimental criado inicialmente. Essas alterações foram necessárias para solucionar problemas de situações particulares e podem ser um indício da formação de conceitos, uma vez, que isso ocorre quando há uma abstração inicial que vai além das aparências e que percebe as particularidades “ocultas” no fenômeno estudado. Essa evolução dos modelos é mostrada no quadro 4:

**Quadro 4- Evolução do modelo criado pelos alunos**

<b>PRIMEIRA UNIDADE DIDÁTICA</b>		
<b>Aula</b>	<b>Modelo</b>	<b>Alteração</b>
Modelos geocêntrico e heliocêntrico	Sol no centro do universo, Terra executando um movimento de translação em torno do Sol e de rotação em torno de si mesma.	Sem alterações. Primeiro modelo criado.
Estações do ano	Sol no centro do universo, Terra executando um movimento de translação em torno do Sol e de rotação em torno de si mesma.	A Terra nesse modelo apresenta uma inclinação em relação ao Sol.
<b>SEGUNDA UNIDADE DIDÁTICA</b>		
<b>Aula</b>	<b>Modelo</b>	<b>Alteração</b>

Surgimento dos calendários	Sol no centro do universo, Terra executando um movimento de translação em torno do Sol e de rotação em torno de si mesma. A Lua executando um movimento de translação em torno da Terra	A Lua passou a fazer parte do modelo inicialmente criado
Fases da Lua	Sol no centro do universo, Terra executando um movimento de translação em torno do Sol e de rotação em torno de si mesma. A Lua executando um movimento de translação em torno da Terra	Terra e Lua não podem estar no mesmo plano. O Movimento de translação e rotação da Terra, são desconsiderados para a solução do problema, porém a translação da Lua em torno da Terra é considerada.
Eclipse	Sol no centro do universo, Terra executando um movimento de translação em torno do Sol e de rotação em torno de si mesma. A Lua executando um movimento de translação em torno da Terra	Terra e Lua devem estar no mesmo plano e alinhados.
Lado visível da Lua	Sol no centro do universo, Terra executando um movimento de translação em torno do Sol e de rotação em torno de si mesma. A Lua executando um movimento de translação em torno da Terra	A Lua deve executar um movimento de translação e, torno da Terra e de rotação em torno de si sincronizado com a rotação da Terra.

Fonte: A autora.

No quadro 4, é possível notar que o modelo criado inicialmente vai sofrendo diversas alterações ao longo das aulas, sempre se adaptando a cada fenômeno particular estudado. O primeiro modelo leva em consideração apenas a Terra e Sol, bem como os movimentos de translação e rotação suficientes no debate referente ao geocentrismo e heliocentrismo. Na aula referente às estações do ano, o modelo sofre uma adequação que é a inclinação do eixo da Terra em relação ao Sol, que é necessária para explicar esse fenômeno em específico. Já na segunda unidade didática leva em consideração o Sol, Terra e Lua já na primeira aula e ali coube a discussão sobre a influência desses astros na construção de diversos calendários de sociedades

antigas que buscavam responder as suas necessidades para aquela época. Na segunda aula, que aborda as fases da Lua, foi preciso que os estudantes aplicassem o movimento de translação para explicar as fases da Lua, considerando que o satélite e a Terra estariam em planos diferentes, uma vez que se estivessem no mesmo plano teríamos a existência de dois eclipses.

A terceira aula da segunda unidade didática aborda os fenômenos referentes aos eclipses lunares e solares, nos quais os alunos mantiveram o modelo anterior, porém com o Sol, a Terra e Lua alinhados em no mesmo plano – algo que já havia sido percebido no segundo encontro. Apesar de o fenômeno do eclipse ser mencionado no segundo encontro, só foi explorado no terceiro, que visou diferenciar o eclipse lunar do solar. Por último, temos o encontro que objetivou trabalhar a face visível da Lua, no qual a rotação da Terra e da Lua passam a ser consideradas para explicar por que sempre enxergamos o mesmo lado do satélite. Outra mudança é que os movimentos de rotação dos astros devem ser sincronizados.

Quando os alunos aplicam aos modelos os movimentos de translação e rotação às situações e realizam adaptações, estão em processo de generalização e ascensão do abstrato ao concreto que buscam, de acordo com Davydov (1988), a realização de uma análise de determinado todo com o objetivo de

[...] descobrir sua relação geneticamente inicial, essencial, universal, como base da unidade interna deste todo. A relação essencial ou universal, descoberta no processo de generalização substantiva, tem forma objetual-sensorial. A abstração e a generalização de tipo substantiva encontram sua expressão no conceito teórico que serve de procedimento para deduzir os fenômenos particulares e singulares de sua base universal. Graças a isso, o conteúdo do conceito teórico são os processos de desenvolvimento dos sistemas integrais. (DAVYDOV, 1988, p. 152).

Nesse viés, as adaptações feitas são caracterizadas pela abstração que ultrapassa os limites impostos pelas aparências, buscando sempre essência do objeto e, quando essa essência é assimilada no pensamento, temos a ascensão do abstrato ao concreto, pois aí cabe a capacidade estabelecer relações entre os conceitos e conservar as especificidades das situações particulares. E, ao longo da sequência, isso é feito pelos estudantes que conseguem produzir adaptações e manter os conceitos gerais para solucionar os problemas propostos.

Outro aspecto que vale ser mencionado, refere-se à diferença de níveis conceituais dos estudantes, que foi evidenciada na tarefa diagnóstica e ao longo do experimento didático formativo. Foi possível notar que o aluno A1 apresenta maior conhecimento sobre os assuntos

trabalhados que o estudante A2. Entretanto, ao invés de serem consideradas um empecilho, essas diferenças são necessárias para maior efetividade na aprendizagem dos sujeitos, pois, de acordo com Libâneo e Freitas (2015), elas contribuem para o desenvolvimento dos estudantes.

Por fim, podemos afirmar que temos indícios de que os alunos conseguiram formar conceitos, pois perpassaram pelas ações de aprendizagem, executaram o processo de generalização e ascensão do abstrato ao concreto, o que pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento teórico do estudante. Por isso, a presente pesquisa visa trazer reflexões e resultados de um ensino focado na formação do método teórico de pensar os fenômenos, levando em conta os processos lógico históricos dos conceitos estudados. Assim, espera-se que este trabalho favoreça o ensino e possa oferecer aos professores uma metodologia de ensino diferente e pouco debatida, principalmente na área de ensino de Astronomia.

## REFERÊNCIAS

AQUINO, O. F. O experimento didático-formativo: contribuições para a pesquisa em didática desenvolvimental. In: Encontro nacional de didática e prática de ensino, 17., 2014, Fortaleza. **Ebook**. Fortaleza, Ce: Eduece, 2015. p. 4645 - 4657. Disponível em: <[http://sites.pucgoias.edu.br/pos-graduacao/mestrado-doutorado-educacao/wp-content/uploads/sites/61/2018/05/Jos%C3%A9-Divino-Neves\\_-Marilene-Ribeiro-Resende.pdf](http://sites.pucgoias.edu.br/pos-graduacao/mestrado-doutorado-educacao/wp-content/uploads/sites/61/2018/05/Jos%C3%A9-Divino-Neves_-Marilene-Ribeiro-Resende.pdf)>. Acesso em: 08 out. 2020.

BARBOSA, J. **Proposta de um modelo didático para estudar as fases da lua e os eclipses**. 2016. 130 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2016.

BELTRAN, M. H. R.; RODRIGUES, S. P.; ORTIZ, C. E. História da Ciência em sala de aula – propostas para o ensino das Teorias da Evolução. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v.4, p. 49-61, 2011.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Porto Editora: Porto-PT. 1991.

BORGES, L. B. **Ensino e aprendizagem de física: contribuições da teoria de davydov**. 2016. 154 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação STRICTO SENSU em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia - GO.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação**. Ministério da Educação, 1997.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRIGNONI, C. P. **A Formação de imagens no olho humano: um experimento didático-formativo na perspectiva do ensino desenvolvimental**. 2018. 192 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2018.

CARVALHO, T. F. G. **Da divulgação ao ensino: um olhar para o céu**. 2016. 261 f. Tese (Doutorado EM Ensino de Ciências) - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, USP, São Paulo, 2016.

DAVYDOV, Vasily Vasilyevich. **Problemas do Ensino Desenvolvimental: A Experiência da Pesquisa Teórica e Experimental na Psicologia**. Tradução de José Carlos Libâneo e Raquel A. M. da Madeira Freitas. 1988. Disponível em: [http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/5146/material/DAVYDOV%20TRADUÇÃO%20PROBLEMS%20OF%20DEVELOPMENTAL%20TEACHING%20\(Livro\).doc](http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/5146/material/DAVYDOV%20TRADUÇÃO%20PROBLEMS%20OF%20DEVELOPMENTAL%20TEACHING%20(Livro).doc). Acesso em: 19 jan. 2019.

EDUCARBRASIL (Belo Horizonte). **Geocentrismo X Heliocentrismo: evolução dos modelos para o cosmo**. evolução dos modelos para o cosmo. 2013. Material elaborado pelo portal EducarBrasil. Disponível em: <https://www.conteudoseducar.com.br/conteudos/arquivos/3172.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2021.

FREITAS, Raquel A. M. da M. Aprendizagem e formação de conceitos na teoria de Vasili Davydov. In: LIBÂNEO, José C., SUANNO, Marilza V., LIMONTA, Sandra V. (orgs.). *Concepções e práticas de ensino num mundo em mudança: diferentes olhares para a didática*. Goiânia: CEPED Publicações, 2011.

FREITAS, R. A. M. DA M.; ROSA, S. V. L. Ensino Desenvolvimental: contribuições à superação do dilema da didática. **Educação & Realidade**, v. 40, n. 2, p. 613–627, 2015.

FREITAS, R. A. M. DA M. Formação de conceitos na aprendizagem escolar e atividade de estudo como forma básica para organização do ensino. **Educativa**, v. 19, n. 2, p. 388, 2017.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do saber das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**, 1996.

GLEISER, M. **Por que ensinar física**. Física na escola, v. 1, n. 1, p. 4-5, 2000.

HEDEGAARDA, M.; CHAIKIN, S. **Radical-Local Teaching and Teaching. A culturalhistorical approach**. Tradução por José Carlos Libâneo e Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas. Programa de Pós-graduação em Educação - Pontifícia Universidade Católica: Goiás, 2009

OLIVEIRA JUNIOR, A. P. DE; MIGUEL, J. C. a Atividade De Estudo Como Um Processo Propulsor Do Desenvolvimento Psíquico. **Revista Contexto & Educação**, v. 35, n. 110, p. 9–22, 2020.

LAGO, L. G. **Lua**: fases e facetas de um conceito. 2013. 222 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo- SP.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 2009.  
LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. Tradução Rubens Eduardo Frias, 2.ed. São Paulo: Centauros.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presente em livros didáticos de ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 87–111, 2007

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**: repensando a formação de professores. 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). FACULDADE DE CIÊNCIAS, UNESP, Bauru, 2009.

LEONTIEV, A. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In.: VIGOTSKII, L.S.; LURIA, A.R. & LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 5ª ed. São Paulo: Ed. Ícone, 2010. p.59-83.

LIBÂNEO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 27, p. 5-24, 2004.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. M. M. **Vygotsky, Leontiev, Davydov** – três aportes teóricos para a teoria histórico-cultural e suas contribuições para a didática. In: congresso brasileiro de história da educação, 4. Anais CBHE. Goiânia, 2006. p. 1 - 10.

LIBÂNEO, J. C. Teoria histórico-cultural e metodologia de ensino: para aprender a pensar geograficamente. 2009. **Anais do XII Encuentro de Geógrafos de America Latina**, 2009.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. M. M. Vasily Vasilyevich Davydov: a escola e a formação do pensamento teórico-científico. In: LONGAREZI, Andréa Maturano; PUENTES, Roberto Valdés (Org.). **Ensino desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos**. 2. ed. Uberlândia: Edufu, 2015. Cap. 10. p. 327-362.

LONGAREZI, A. M.; FRANCO, P. L.J. O movimento histórico da construção do pensamento de A. N Leontiev. In: LOGAREZI, A. M; PUENTES, R. V. (org). **Ensino desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos**. 2 ed. Uberlândia: EDUFU, 2015, p.79-122.

MARENGÃO, L. A. **O ensino de física no ensino médio**: descrevendo um experimento didático na perspectiva historicocultural. 2011. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2011.

SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 10, n. 1, p. 101–110, 2004.

SFORNI, M. S. DE F. Interação entre Didática e Teoria Histórico-Cultural. **Educação & Realidade**, v. 40, n. 2, p. 375–397, 2015.

PERES, T. C.; FREITAS, R. A. M. Ensino desenvolvimental: uma alternativa para a educação matemática. **P O I É S I S: Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação** – Mestrado – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, Sc, v. especial, p.10-28, jan/jun. 2014.

ROSA, V. M. G. **Aprendizagem da equação do 2º grau**: uma análise da utilização da teoria do ensino desenvolvimental. 2009. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, GOIÂNIA, 2009.

**ANEXOS**

## ANEXO A-<sup>4</sup>GEOCENTRISMO X HELIOCENTRISMO: EVOLUÇÃO DOS MODELOS PARA O COSMO

Desde a Antiguidade, o homem caminha sobre a Terra e olha para o céu. Todos os dias, ele vê o Sol se elevar e desaparecer no horizonte. As estrelas também não ficam paradas no céu à noite (e nem de dia!); elas parecem girar em torno de um ponto fixo no céu. Na tentativa de compreender e explicar esses fenômenos, o homem procurou elaborar modelos para o cosmo, isto é, modelos para o Universo, de modo que ele pudesse compreender os movimentos dos astros e muitos outros fenômenos.

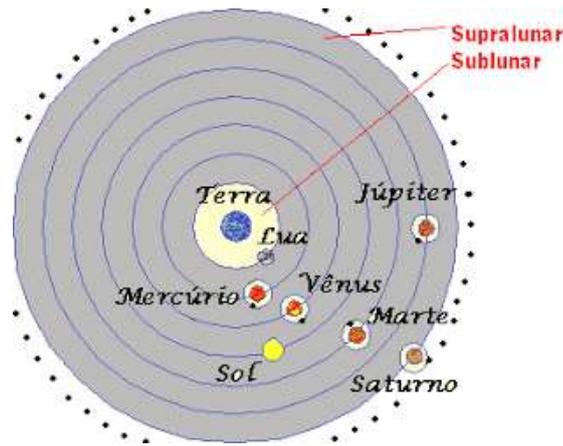
Desde muito jovens, na escola, aprendemos que o modelo mais adequado para explicar os movimentos celestes é o heliocêntrico, em que o Sol ocupa o centro do Universo. Mas esse não foi o único modelo proposto ao longo da história. Existiram outros igualmente aceitos pela sociedade, em épocas passadas. Nessa atividade, você aprenderá um pouco mais sobre a evolução dos modelos para o cosmo e também sobre a maneira como a Ciência é construída.

Os gregos foram os primeiros a abandonar as explicações mágicas para a ocorrência de determinados fenômenos e a buscar uma forma racional de conceber e entender a natureza e suas manifestações. Deve-se a eles o chamado modelo geocêntrico do cosmo, que considera a Terra como o centro do Universo, ao redor do qual giram todos os outros astros. Aristóteles, um dos filósofos gregos que mais influenciou a cultura ocidental, defendia a imobilidade da Terra. Para ele, a Terra estava fixa e parada no centro do universo e todos os demais astros giravam em movimento circular ao redor dela. A palavra geocêntrica exprime exatamente essa ideia: a Terra (Geo) no centro.

De acordo com Aristóteles, o Universo era dividido em dois mundos: o sublunar e o supralunar. Tudo o que existia no mundo sublunar, isto é, abaixo da Lua, era composto pelos quatro elementos: terra, fogo, ar e água. Esse mundo era mutável e corruptível, sendo, portanto, imperfeito. Já o mundo supralunar era perfeito. Ele era constituído por um quinto elemento, denominado éter. Esse elemento era tão suave que possibilitava que o mundo supralunar estivesse sempre em movimento

---

<sup>4</sup> Texto com algumas adaptações e retirado de EDUCARBRASIL (Belo Horizonte). **Geocentrismo X Heliocentrismo**: evolução dos modelos para o cosmo. evolução dos modelos para o cosmo. 2013. Material elaborado pelo portal EducarBrasil. Disponível em: <https://www.conteudoseducar.com.br/conteudos/arquivos/3172.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2021.



É interessante notar que, de um ponto de vista prático, muitos fenômenos podem ser perfeitamente explicados, admitindo-se que a Terra é o centro do universo. Por exemplo, a existência dos dias e das noites. O Sol, ao girar em torno da Terra, surge em um lado do horizonte e desaparece no lado oposto. Se observarmos atentamente o céu, a sensação que temos é tudo gira ao nosso redor enquanto estamos parados e por causa disso pensava-se que a Terra estava no centro do universo.

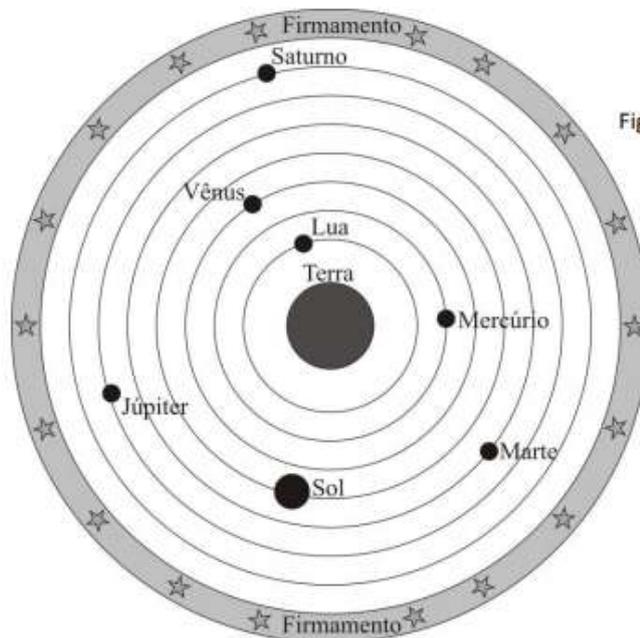


Figura 1 - Modelo geocêntrico para o cosmo

Mas havia um problema com esse modelo: ele não explicava o movimento retrógrado dos planetas. Para os gregos, o movimento perfeito era circular e os cinco planetas conhecidos na época (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno) pareciam não se mover em movimento circular representado na Figura 2. Se observados ao longo do tempo, esses planetas pareciam interromper sua trajetória e voltar atrás em seu movimento (veja a figura a seguir, que mostra a

trajetória do planeta Marte, observada em relação ao fundo de estrelas, fixo, chamado de esfera celeste). Por isso, eles receberam o nome de planetas (que, em grego, significa errante), pois pareciam “errar o caminho”

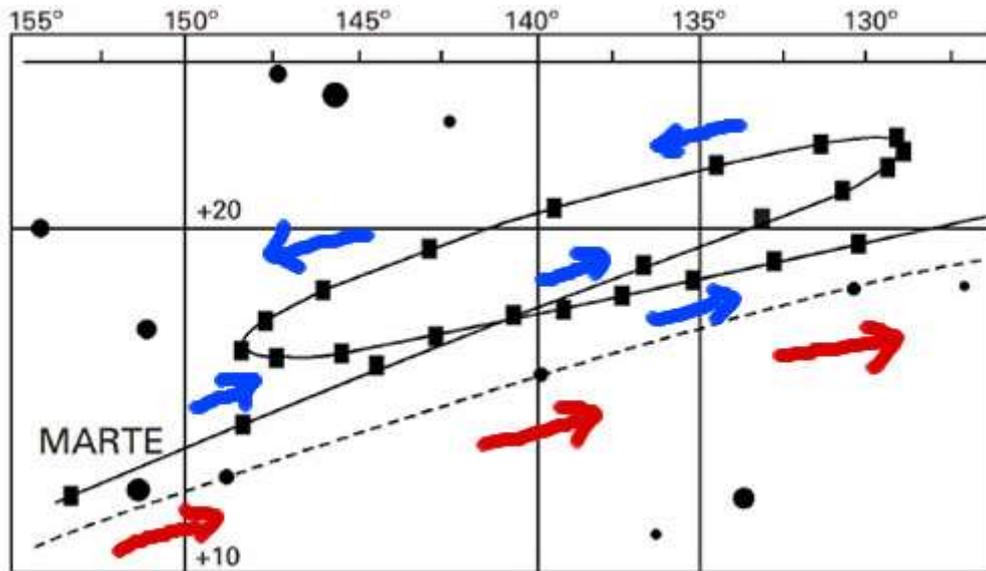


Figura 2 - Movimento aparente de Marte, quando observado da Terra, tomando como referência a esfera celeste. Note como Marte parece retroceder em seu caminho, para depois retomar sua trajetória inicial.

Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/Retrogrado/retrogrado.html>

Para contornar essa situação, Claudius Ptolomeu, astrônomo que viveu em Alexandria, no século II d. C., propôs uma alteração no modelo de Aristóteles. Para ele, os planetas se moviam em órbitas circulares chamadas epiciclos, cujos centros giravam em torno da Terra (veja a figura a seguir). Com o auxílio dos epiciclos e com vários ajustes matemáticos complicados, pois cada planeta requeria um epiciclo diferente, com tamanho e período de rotação específico, o modelo de Ptolomeu passou a oferecer grande correspondência com as observações dos movimentos dos corpos celestes. Deste modo, o modelo geocêntrico continuou a ser aceito pelos cientistas e utilizado em estudos e previsões de fenômenos.

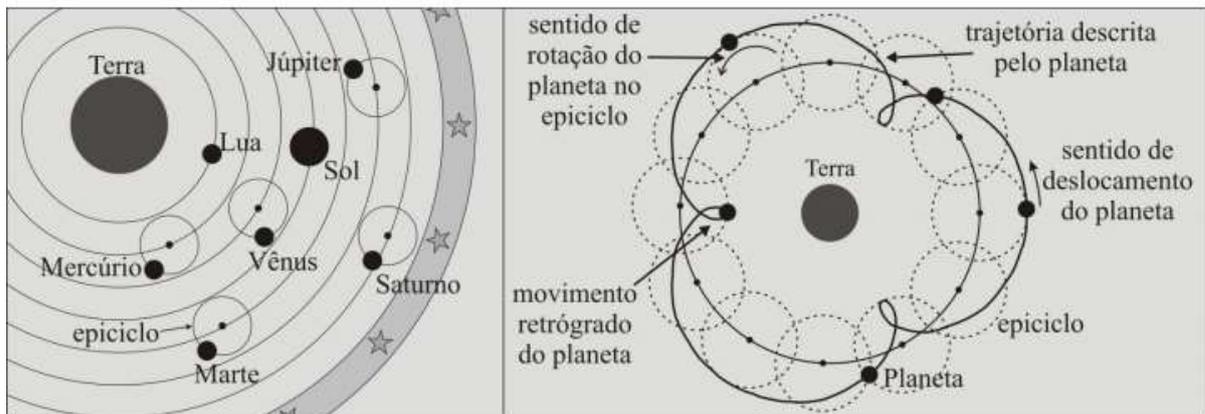


Figura 3 - Modelo geocêntrico com as modificações propostas por Ptolomeu. No destaque, a trajetória descrita por um planeta,

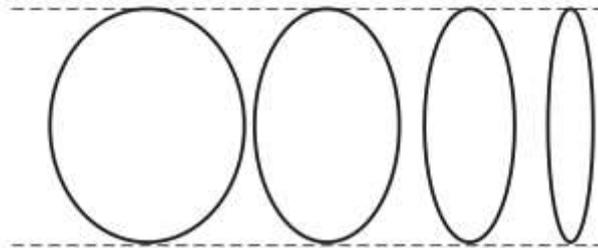
Esse modelo tinha uma boa correspondência com as observações dos fenômenos celestes e foi adotado pela civilização ocidental durante 13 séculos. Foi então que, o astrônomo polonês, Nicolau Copérnico (1473-1543) propôs um novo modelo para o cosmo: o modelo heliocêntrico, onde o Sol (Helios, em grego) estaria no centro do universo. Na verdade, não havia uma justificativa científica para a proposta de Copérnico. O que mais o incomodava era a falta de beleza matemática do modelo de Ptolomeu, que se tornara extremamente complicado devido ao grande número de alterações que teve que sofrer para se ajustar às observações. Na época, houve grande controvérsia na aceitação do modelo heliocêntrico, pois o modelo geocêntrico era amplamente aceito, até mesmo pela Igreja Católica. Nessa época, ir contra a ideia de que a Terra era o centro do Universo era ir contra o próprio Deus. Há que se registrar, também, que colocar a Terra em movimento apresentava mais problemas, em um momento inicial, do que soluções.

Uma questão difícil de ser respondida pelos heliocentristas é o fato de não sermos arremessados, juntamente com carros, mobílias, animais e demais objetos que estão sobre a superfície da Terra, para fora do planeta. Se você já se divertiu em algum brinquedo radical que gira a alta velocidade, sabe que é preciso estar fortemente preso ao brinquedo para não sair “voando”, quando ele estiver em funcionamento, tal como acontece em uma xícara maluca. A explicação para esse fato só será dada, algum tempo depois, por Isaac Newton.

Mas, antes de chegarmos a Newton, vamos compreender como outros grandes nomes contribuíram para que o modelo heliocêntrico fosse aceito após Copérnico. Vamos iniciar com Tycho Brahe (1546-1601) um astrônomo que chefou o primeiro grande observatório da Dinamarca, cujas as medições serviram para a desconstrução de que a órbitas dos planetas era circular conforme previam os gregos. Ele observou e mediu, com enorme precisão, a olho nu, as posições dos planetas, ao longo de 20 anos. Após a morte de Brahe, Kepler, que trabalhou como seu assistente no laboratório, deu continuidade aos seus trabalhos e mostrou que as trajetórias

dos planetas não eram círculos perfeitos, como defendiam os geocentristas, mas elipses (um círculo um pouco achatado). A figura abaixo mostra diferentes elipses:

**Fig-04 Diferentes elipses**



Fonte: Alfa Virtual School

Além disso, Kepler mostrou que a velocidade dos planetas não deveria ter o mesmo valor em toda a sua trajetória, mas que deveria ser um pouco maior, quando estivessem mais próximos ao Sol. Outro nome que contribuiu para a aceitação do modelo heliocêntrico foi Galileu, que por meio da utilização de um telescópio para observar os astros, deu contribuições importantes para enfraquecer o modelo geocêntrico. Para os defensores do geocentrismo, o mundo era dividido em sublunar e supralunar, um imperfeito e o outro, perfeito. Dizer que a Terra era apenas mais um planeta girando ao redor do Sol desfazia a distinção entre os dois mundos. Quando Galileu, utilizando o telescópio, pode ver que as manchas na Lua eram crateras e montanhas, interpretou esses sinais como evidências de imperfeição. Outro ponto de observação de Galileu foram as luas de Júpiter. Galileu observou quatro satélites orbitando o planeta Júpiter, o que contrariava a ideia de que tudo no universo girava em torno da Terra.

As ideias de Galileu em defesa do modelo heliocêntrico foram publicadas em 1632, em um livro intitulado Diálogos sobre os Dois Grandes Sistemas do Mundo. O grande tumulto produzido por essa obra levou a Igreja a condená-la e Galileu foi taxado como herético. Para não morrer queimado na fogueira, Galileu foi obrigado pela Inquisição a renegar publicamente suas ideias, sendo forçado a viver confinado em sua casa, até o fim de sua vida. Mas todo esse conjunto de ideias, evidências e proposições acabou por levar os cientistas a adotarem o modelo heliocêntrico do cosmo como o mais adequado.

Por fim, temos Isaac Newton (1643-1727) conhecido por ser o criador da mecânica clássica, que com a Lei da gravitação Universal conseguiu explicar o movimento dos planetas em torno do sol trazendo cálculos minuciosos sobre o assunto.

## Questões

1- Ao longo do texto, procuramos expor a evolução dos modelos criados por cientistas e filósofos para explicar o movimento dos astros. Na ciência, é muito comum que ocorram modificações nos modelos e teorias, em função das novas pesquisas e dos novos conhecimentos produzidos. Outro exemplo muito famoso foi o da evolução dos modelos atômicos. Em 1808, John Dalton propôs um modelo para o átomo: uma esfera maciça e indivisível. Posteriormente, Joseph John Thomson, Ernest Rutherford, Niels Bohr e James Chadwick forneceram importantes contribuições, através de seus estudos, que modificaram significativamente o modelo de átomo proposto por Dalton. Atualmente, o átomo que conhecemos é, também, diferente daquele da época de Chadwick, pois a ciência não para de evoluir.

Tendo em vista essas considerações acerca da Ciência, seria mais apropriado dizer que: os primeiros modelos, tanto para o cosmo quanto para o átomo, estavam errados ou que tais modelos eram limitados? Explique sua resposta

---

---

---

2-No texto, são abordados dois modelos para o cosmo, o heliocêntrico e o geocêntrico. Como cada um desses modelos explica a sucessão dos dias e das noites?

---

---

---

---

3-Por que o modelo de Aristóteles deixou de ser aceito, mesmo explicando o dia e a noite?

---

---

4- Após a leitura do texto, o que podemos concluir quanto a construção do conhecimento científico?

---

---

## ANEXO B-<sup>5</sup>HISTÓRIA DA CIÊNCIA: SURGIMENTO DOS CALENDÁRIOS

De onde surgiu a necessidade de entender o tempo? Como o homem inventou o calendário? Por que acompanhamos sempre o relógio para controlarmos as nossas atividades cotidianas?

O estudo referente à compreensão do tempo foi importante para espécie humana, pois é com base nesses conhecimentos que a humanidade organiza suas atividades até os dias atuais.

Já no período Paleolítico <sup>6</sup>, os caçadores perceberam que a posição dos astros e suas periodicidades poderiam ser utilizadas para saber quando a Lua mudaria e que os fenômenos celestes influenciavam o comportamento dos animais usados como alimento para caça e pesca. Já no Período Neolítico, no qual a agricultura se tornou parte da vida humana, arar a terra, e plantar eram coisas necessárias para a sobrevivência do homem. E era preciso prever alguns fenômenos, tais como as cheias dos rios para favorecer as plantações. Desse modo, tornou-se necessário medir o tempo para poder prever o momento mais adequado para se iniciar o plantio e se realizar a colheita. Tais medidas de tempo foram construídas por meio da observação de fenômenos repetitivos. Assim, o homem começou a recorrer a observação desses fenômenos para melhorar o plantio e, por isso, muitas civilizações antigas criaram os calendários.

O calendário é um sistema de ordenamento e organização do tempo em dias, meses e anos. Tem inspiração religiosa e foram construídos baseados na observação dos astros. Na Mesopotâmia, por exemplo, acreditava-se que o posicionamento dos corpos celestes era obra dos deuses, o que influencia e determina os acontecimentos terrenos, atuais e futuros. As observações nos corpos celestes, que ficavam a cargo dos sacerdotes era uma consequência desse interesse em investigar os desígnios das divindades, mas também em registrar a disposição dos astros, de forma a fixar Calendário pelo qual o povo poderia ajustar sua agricultura e preparar os festejos religiosos em homenagem às divindades.

Os primeiros calendários eram lunares, ou seja, utilizavam a mudança de fases da lua para a marcação das semanas e do mês lunar que se inicia com a lua nova e tem de 29 a 30 dias.

---

<sup>5</sup> texto construído a partir de recortes do livro História da ciência: da antiguidade ao renascimento e do site infoescola.

ROSA, C. Augusto de Proença. **História da ciência** : da antiguidade ao renascimento científico, 2. ed. — Brasília : FUNAG, 2012.

PAULA, R. N. F. **A Origem da contagem do Tempo**. Disponível: <<https://www.infoescola.com/historia/a-origem-da-contagem-do-tempo/>> Acesso em: 03. dez. 2018.

<sup>6</sup> Período em que foram construídos os instrumentos de caça feitos em madeira, osso ou pedra lascada.

Fig- 01- Calendário lunar

Janeiro							Fevereiro							Março									
Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do			
1		1	2	3	4	5 ●	5				1	2	3	9				1	2	3			
2	7	8	9	10	11	12 13	6 ●	5	6	7	8	9	10	10	4	5	●	7	8	9	10		
3	⊕	15	16	17	18	19 20	7	11	⊕	13	14	15	16 17	11	11	12	13	⊕	15	16	17		
4	☾	22	23	24	25	26 ☽	8	18	○	20	21	22	23 24	12	18	19	20	○	22	23	24		
5	28	29	30	31			9	25	☽	27	28			13	25	26	27	☽	29	30	31		
Abril							Maio							Junho									
Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do			
14	1	2	3	4	●	6 7	18				1	2	3 ●	5	22					1	2		
15	8	9	10	11	⊕	13 14	19	6	7	8	9	10	11	⊕	23	●	4	5	6	7	8	9	
16	15	16	17	18	○	20 21	20	13	14	15	16	17	○	19	24	⊕	11	12	13	14	15	16	
17	22	23	24	25	☽	27 28	21	20	21	22	23	24	25	☽	25	○	18	19	20	21	22	23	
18	29	30					22	27	28	29	30	31			26	24	☽	26	27	28	29	30	
Julho							Agosto							Setembro									
Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do			
27	1 ●	3	4	5	6	7	31				●	2	3	4	35						1		
28	8	⊕	10	11	12	13 14	32	5	6	⊕	8	9	10	11	36	2	3	4	5	⊕	7	8	
29	15	☾	17	18	19	20 21	33	12	13	14	○	16	17	18	37	9	10	11	12	13	○	15	
30	22	23	24	☽	26	27 28	34	19	20	21	22	☽	24	25	38	16	17	18	19	20	21	☽	
31	29	30	31				35	26	27	28	29	●	31	39	23	24	25	26	27	●	29		
														40	30								
Outubro							Novembro							Dezembro									
Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do			
40		1	2	3	4	⊕	6	44				1	2	3	48						1		
41	7	8	9	10	11	12	○	45	⊕	5	6	7	8	9	10	49	2	3	⊕	5	6	7	8
42	14	15	16	17	18	19	20	46	11	○	13	14	15	16	17	50	9	10	11	○	13	14	15
43	☽	22	23	24	25	26	27	47	18	☽	20	21	22	23	24	51	16	17	18	☽	20	21	22
44	●	29	30	31			48	25	●	27	28	29	30	52	23	24	25	●	27	28	29		
														1	30	31							

Fonte: Abacusliquid (2019)

Posteriormente, houve a necessidade, por motivo das safras agrícolas, dependentes das estações do ano, ou seja, do movimento solar, de fundir o Calendário lunar com um Calendário que refletisse o período de um ano, que pensavam ser de 365 dias. Assim, o Calendário lunisolar anual foi fixado em 12 meses de 29 e 30 dias alternadamente, com um total de 354 dias. No fim de três anos, em decorrência do atraso de 11 dias com relação ao ano solar, era acrescentado um acréscimo do 13º mês, que contava com um total de 33 dias e era feito por meio de um decreto real. Deve-se ter presente, contudo, não ter sido o calendário o principal ou o único motivo para a observação dos astros, mas a própria crença na sua influência, como verdadeiras divindades, no destino do Homem. A Astrolatria<sup>7</sup> levou necessariamente à Astrologia.

<sup>7</sup> Culto aos astros

Dentre os povos antigos, os babilônios merecem destaque por terem desenvolvido diversos instrumentos de observação astronômica, que seriam utilizados por toda a antiguidade, tais como: o gnômon, a esfera armilar.

**Fig-02: gnômon (relógio de sol) usado para medir o tempo por meio da sombra formada.**



Fonte: Downunderpharaoh

**Fig-03: Esfera Armilar usado para representar os corpos celestes**



Fonte: decorar con arte

Além da Mesopotâmia, outras civilizações criaram seu próprio calendário por meio de observações celestes, como os egípcios. Para os egípcios, a Astronomia era a base utilitária

necessária para a marcação do tempo, sem maior interesse em teorias sobre o Sol, a Lua e demais corpos celestes. Os egípcios identificaram os planetas Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno, bem como algumas constelações e estrelas (Orion, Cassiopeia, Grande Ursa, Sirius). Segundo a mitologia egípcia, o deus Osíris, ao morrer, se transformou na constelação Orion. A falta de preocupações com a natureza do universo físico decorria do desinteresse dos sacerdotes-astrônomos em pesquisar as posições das estrelas, o movimento dos astros, a ocorrência de eclipses, em especular a respeito da sua natureza. Dedicavam-se ao mundo espiritual e não ao físico. Não há menção alguma em qualquer documento egípcio sobre eclipse. A Astronomia egípcia tem, na realidade, um caráter religioso e litúrgico, tanto que só aos sacerdotes cabia o privilégio de observar a abóbada celeste e extrair informações precisas que lhes permitissem fixar datas para as cerimônias religiosas e até as horas para a liturgia diária. As observações astronômicas tinham, assim, um objetivo prático, sem qualquer veleidade teórica.

A Astronomia, ou melhor, a observação do Céu, combinada com as enchentes do Nilo, serviria, contudo, para a organização de um Calendário de real valor para a Sociedade egípcia. A inundação anual do Nilo coincidia com o aparecimento, antes da alvorada, no horizonte oriental, nascimento da estrela Sirius, que servia para marcar o início do ano, cuja duração, de 354 dias, se dividia em 12 meses de 29 ou 30 dias, vinculados, assim, às fases da Lua e assim como na mesopotâmia era adicionado um mês a cada três ou dois anos.

Os egípcios, com o tempo, abandonariam os cálculos baseados na Lua e passariam a se guiar pelo Sol, ou seja, pelas estações e o ano corresponderia a 365 dias. Os 12 meses estavam agrupados em três estações – Inundação, Germinação dos Campos e Colheita – de 4 meses cada facilitando assim a agricultura às margens do Nilo.

O calendário usado atualmente na maioria dos países é o calendário Gregoriano que foi promulgado pelo Papa Gregório XIII em fevereiro de 1582. O marco inicial é o nascimento de Jesus Cristo no ano 0 a.C. O uso internacional deste calendário não tem motivações religiosas. Como a Europa era a maior exportadora de cultura na Idade Média, convencionou-se usar a marcação de dias estabelecida no Vaticano para facilitar o relacionamento entre as nações. É um calendário solar, ou seja, leva em consideração o ciclo solar. Como o ciclo solar tem 365 e 6 horas, estas horas que “sobram” são acumuladas por quatro anos até serem suficientes para acrescentar um dia num ano, o chamado ano bissexto, que tem 366 dias.

### Questões

1- Por que os homens começaram a observar, de maneira sistemática, o céu?

---

---

---

---

2- Como os povos antigos construíram os primeiros calendários?

---

---

---

---

3- Durante a leitura do texto é possível perceber que a sociedade mesopotâmica e os egípcios criaram calendários semelhantes, qual o provável motivo que explica esse acontecimento?

---

---

---

---

4- Qual a importância dos calendários para as primeiras sociedades? E nos dias atuais?

---

---

---

**APÊNDICES**

## **APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO E LIVRE ESCLARECIMENTO**

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada LIMITES E POSSIBILIDADES DA FORMAÇÃO DE CONCEITOS DE ASTRONOMIA NA PERSPECTIVA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL, desenvolvida por Maria Sueli da Silva Gonçalves, aluno do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás-Câmpus Jataí, sob a orientação do professor Dr: Rodrigo Claudino Diogo. Nesta pesquisa, buscamos identificar quais as contribuições de uma sequência de ensino de Astronomia sobre a perspectiva do Ensino Desenvolvidamental.

### **Alguns esclarecimentos:**

Não haverá despesas ou gratificações financeiras para os participantes

- As informações advindas das análises das aulas serão utilizadas para avaliação da metodologia aplicada;

Ressalta-se que as informações dos participantes da pesquisa e de seus responsáveis serão mantidas em sigilo, sendo utilizadas somente para fins de pesquisa. Os nomes e as filmagens não serão divulgados para outras pessoas.

A pesquisa acontecerá posteriormente ao horário regular de aula e a participação dos estudantes, consistirá na resolução das atividades propostas e nos diálogos sobre o conteúdo abordado durante as aulas.

Os participantes podem fazer perguntas sobre quaisquer detalhes a respeito dos quais tenham dúvida

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO COMO SUJEITO DA PESQUISA**

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar do estudo “LIMITES E POSSIBILIDADES DA FORMAÇÃO DE CONCEITOS DE ASTRONOMIA NA PERSPECTIVA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL”, como sujeito. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora Maria Sueli da Silva Gonçalves sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer.

Jataí, \_\_\_\_\_ de janeiro de 2019

Assinatura do aluno

**RESPONSÁVEL LEGAL**

Eu, \_\_\_\_\_, ( ) RG/ ( ) CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, responsável por \_\_\_\_\_, autorizo sua participação no estudo “LIMITES E POSSIBILIDADES DA FORMAÇÃO DE CONCEITOS DE ASTRONOMIA NA PERSPECTIVA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL”, como sujeito. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora Maria Sueli da Silva Gonçalves sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da sua participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção do acompanhamento/ assistência/tratamento prestado ao sujeito pesquisado.

Jataí, \_\_\_\_\_ de janeiro de 2019

**APÊNDICE B – TAREFA DIAGNÓSTICA**

1- Como você explica o surgimento do dia e da noite?

---

---

2-Como você explica as estações do ano?

---

---

3-Como você explica os eclipses?

---

---

4-O modelo cosmológico mais aceito pela ciência para nosso sistema solar?

---

---

5- Como você explica as fases da Lua?

---

---

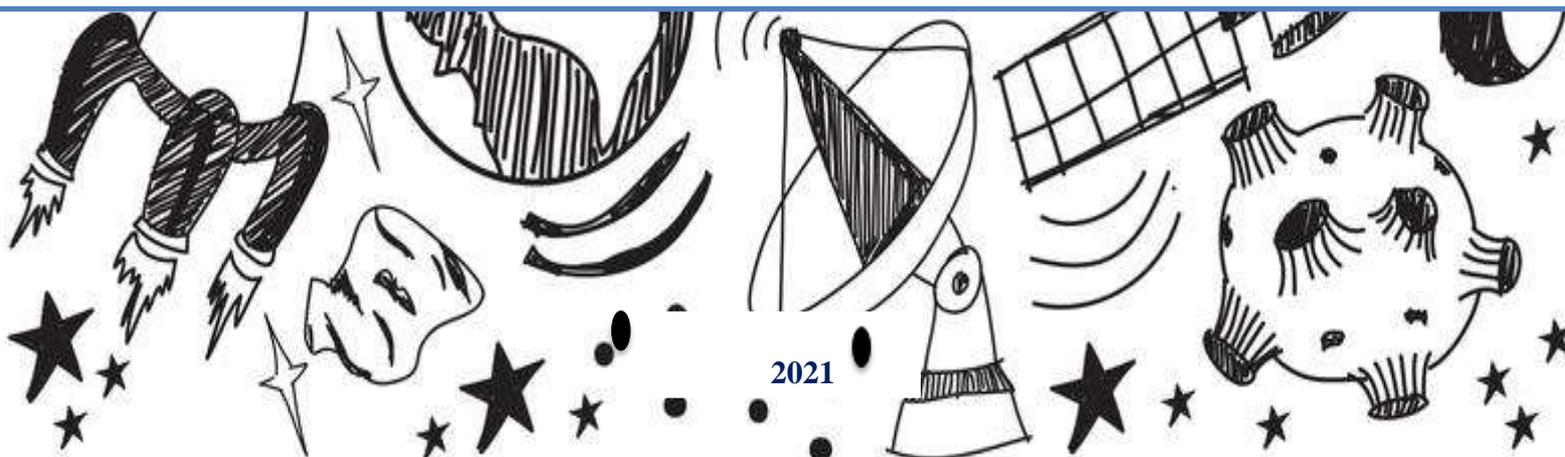
APÊNDICE C- PRODUTO EDUCACIONAL

MARIA SUELI DA SILVA GONÇALVES

RODRIGO CLAUDINO DIOGO



# EXPERIMENTO DIDÁTICO FORMATIVO: SISTEMA SOL, TERRA E LUA



MARIA SUELI DA SILVA GONÇALVES

RODRIGO CLAUDINO DIOGO

# **EXPERIMENTO DIDÁTICO - FORMATIVO: SISTEMA SOL, TERRA E LUA**

Produto Educacional vinculado à dissertação: Limites e possibilidades da formação de conceitos de Astronomia na perspectiva do Ensino Desenvolvidor

JATAÍ

2021

## APRESENTAÇÃO

Prezado (a) Professor (a),

O presente material foi elaborado com o intuito de fornecer uma ferramenta que possa auxiliá-lo na construção e no desenvolvimento de uma sequência de ensino para alunos do ensino médio e é parte da dissertação de mestrado Limites e possibilidades da formação de conceitos de astronomia na perspectiva do ensino desenvolvimental, do curso de Mestrado em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Goiás –Câmpus Jataí. Tendo como público-alvo docentes que queiram abordar o conteúdo de astronomia em suas aulas. Este produto traz ao longo do texto orientações que objetivam auxiliar no uso e na adaptação de um experimento didático formativo concebida a partir do referencial teórico do ensino desenvolvimental. .

O experimento foi construído sob a perspectiva da teoria do Ensino Desenvolvimental de Davydov e trabalha conceitos de Astronomia envolvendo o sistema Sol, Terra e Lua e foi organizada em duas unidades didáticas. A primeira unidade didática concentra-se no sistema Terra e Sol, trabalhando os aspectos históricos referentes aos modelos heliocêntrico e geocêntrico, finalizada com uma atividade sobre as estações do ano. A segunda unidade didática fixa suas atividades no sistema Terra, Sol e Lua, porém com foco em fenômenos envolvendo o satélite terrestre, especificamente o eclipse e as fases da Lua.

Sugerimos aos professores que esse produto seja aplicado em turmas da primeira série do Ensino Médio e que as tarefas elaboradas sigam a ordem presente no experimento, pois tal ação é importante para a construção de uma relação geral entre os conceitos estudados, porém sinta-se à vontade para realizar adaptações de acordo com a realidade de sua escola. Esperamos que nosso trabalho possa contribuir para melhorar as práticas em sala de aula e auxiliar o professor, fortalecendo a educação brasileira.



## INTRODUÇÃO

Neste trabalho, buscamos apresentar uma proposta de ensino de Astronomia destinada a professores da Educação Básica que irão ensinar sobre fases da Lua, eclipses, lado visível da Lua e estações do ano. O professor tem total liberdade para adaptar as tarefas de acordo com suas necessidades e realidade escolar. As tarefas elaboradas do experimento didático formativo, foram inspiradas na teoria do Ensino Desenvolvimental, com a finalidade de favorecer a formação do pensamento teórico e de conceitos científicos nos estudantes. Libâneo e Freitas (2006) apresentam que essa teoria considera os motivos e necessidades que levam o aluno a estudar determinado conteúdo no desenvolvimento e realização de atividades de ensino. Além disso, ao proporcionar um referencial para a análise do processo de ensino e de aprendizagem, é possível, a partir dessa teoria, pensar em maneiras de reverter o quadro de desinteresse pelos estudos que os estudantes costumam apresentar e de promover o desejo de aprender nos discentes. Para isso, as tarefas devem ser pensadas de modo que o estudante compreenda o conceito chave de determinado conteúdo ao mesmo tempo que satisfaz suas inquietações e curiosidades.

Para Libâneo (2004), o conceito é uma ferramenta mental, uma vez que, quando o estudante o compreende consegue aplicá-lo em problemas novos. Vale destacar que, nesse processo, o aluno tem participação ativa em sua aprendizagem e não atua como apenas um memorizador de um conhecimento pronto e acabado, mas como algo sujeito a transformações, mudanças. Nessa perspectiva, o estudante também desenvolve a capacidade de refletir sobre a realidade e de procurar soluções para problemas cotidianos.

Este produto contém um experimento didático formativo constituído por um total de sete aulas, que são divididas em duas unidades didáticas e tem como conceito geral, os movimentos de rotação e translação, que ao longo das aulas são aplicados a situações particulares (eclipses lunar e solar, estações do ano, fases da Lua e lado visível da Lua). Abaixo é apresentado um quadro resumo das tarefas presentes no experimento didático, bem como sua forma de organização.

**Quadro 1- Resumo do plano de ensino**

Unidade didática	Conceito chave	Aula	Atividade	Objetivos
I	Movimento de rotação e translação	Aula 1	Apresentação da pesquisa	Comparar o modelo geocêntrico e heliocêntrico; Compreender o processo histórico referente aos modelos elaborados para o sistema solar
			Aplicação da tarefa diagnóstica	
		Aula 2	Demonstração experimental que evidência a diferença de intensidade luminosa, quando existe a inclinação da Terra em relação ao Sol. <b>Problema:</b> o Modelo criado inicialmente, explica corretamente as estações do ano? Como acontecem as estações do ano? Apresentação do modelo final para explicar o fenômeno.	Compreender como ocorrem as estações do ano
II		Aula 1	Leitura e debate do História da ciência: Surgimento dos calendários Resolução das questões propostas após a leitura do texto.	Compreender quais necessidades levaram o homem a observar a lua e os astros; Relacionar os estudos dos astros a situações cotidianas;
			Exibição da reportagem você acredita na influência da lua na agricultura? <b>Problema:</b> Por que o homem sempre teve interesse pelo céu?	
		Aula 2	<b>Problema:</b> Como você explica as fases da Lua? Usar experimento para explicar as fases da Lua, criando um modelo teórico e experimental que o comprove.	Investigar e explicar as fases da Lua; Argumentar para defesa da hipótese elaborada quanto as fases da Lua.
		Aula 3	Apresentação de imagens com eclipse lunar e solar.	Investigar como ocorrem os eclipses; Compreender que para que o eclipse lunar e solar aconteça é

			<b>Problema:</b> Como acontecem os eclipses lunares e solares? Demonstrar seu modelo teórico usando um modelo experimental	necessário que a terra, o sol e a lua estejam no mesmo plano.
		Aula 5	Apresentar uma imagem de várias fases da Lua e questionar inicialmente o que observam até que percebam que sempre enxergamos o mesmo lado da Lua. <b>Problema:</b> Por que sempre enxergamos o mesmo lado da Lua? Elaboração de um modelo experimental e teórico que explique o problema proposto e que comprove o modelo teórico.	Explicar por que sempre enxergamos o mesmo lado da Lua.
		Aula	Propor que os alunos escrevam uma carta para alguém, contando se gostaram ou não do curso e o que aprenderam durante sua execução.	Estabelecer relações entre o conceito geral e os específicos; Construção de um modelo por meio de uma carta sobre o que aprenderam durante o curso.

Fonte: elaborado pela autora

O experimento didático formativo é um método de pesquisa e ensino e é um de um procedimento que busca “[...] o estudo das peculiaridades da organização do ensino experimental e sua influência no desenvolvimento mental dos escolares.” (DAVYDOV, 1988, p. 186). Sendo assim, busca elaborar, aplicar e investigar o plano de ensino, que é construído seguindo as quatro etapas do experimento didático-formativo, que como já mencionado, também se constituem como etapas da pesquisa. Todo esse processo é feito visando o desenvolvimento mental dos alunos que, ao realizarem as atividades propostas, espera-se que adquiram a capacidade de generalização dos conceitos estudados estabelecendo ligações entre os diversos conceitos.

Como já descrito, o experimento didático formativo é constituído de quatro etapas, sendo elas a realização de uma revisão da literatura e um diagnóstico da realidade a ser estudada,

a elaboração do sistema didático experimental, fase de aplicação, análise dos dados e a elaboração do relatório.

A primeira etapa, como é apresentado por Aquino (2014), é o momento em que é feito o processo de busca por trabalhos que abordem a teoria Histórico-Cultural, com a finalidade de oferecer subsídio para a elaboração do plano de ensino, do processo de execução e análise de dados. Além disso, um estudo lógico histórico sobre o conteúdo escolhido deve ser feito, pois, é parte necessária para a identificação do conceito geral que irá estruturar as tarefas de ensino. Também nessa etapa, deve ser feito um diagnóstico dos sujeitos de pesquisa.

Ainda segundo o autor, a segunda etapa, é a elaboração do plano de ensino que é estruturado a partir do conceito geral encontrado. A partir desse momento, o professor deve pensar em tarefas que possam ser solucionadas pelo conceito geral, mas, de maneira específica, em um processo que parte do geral ao particular. Também, é preciso no momento da estruturação das tarefas, conhecer as ações de aprendizagem propostas por Davydov (1988), pois, os alunos devem passar por todas elas durante a aplicação do sistema didático experimental.

A próxima consiste no processo de aplicação do plano de ensino. Aqui, é realizado o processo de coleta de dados, por meio observação e gravações em vídeo. Além disso, após finalizar as tarefas do plano de ensino, é sugerido por Aquino (2014) que uma avaliação da metodologia usada nas aulas, seja avaliada juntamente com uma avaliação da assimilação dos conceitos trabalhados.

Por último, temos a análise de dados e a elaboração do relatório que deve ser feita a partir do Referencial Teórico e buscando verificar se os alunos conseguem realizar o processo de generalização e se os conceitos foram ou não compreendidos.

## **PLANO DE ENSINO: PRIMEIRA UNIDADE DIDÁTICA**

**Disciplina:** A sugestão é que seja trabalho em Física ou Geografia.

**Turma:** 1º série do Ensino Médio

**Tópico:** Sistema Sol e Terra

**Número de aulas:** 2 aulas

**Duração sugerida cada aula:** 90 min

### **1º UNIDADE DIDÁTICA**

**Conceito geral da sequência de ensino:** Movimentos de rotação e translação

#### **Segunda aula**

**Conteúdo:** História dos modelos do nosso sistema solar: Modelo heliocêntrico e geocêntrico;

**Sugestão:** Nessa aula, o professor pode optar por inserir um experimento utilizando os materiais que já serão usados nas outras aulas para questionar sobre o dia e a noite, caso perceba que os alunos não compreendem o fenômeno.

#### **Materiais**

##### **materiais**

- Bola de isopor
- Palito de churrasco;
- Lâmpada
- Soquete com tomada;
- Extensão;

#### **Objetivos:**

- ✓ Comparar o modelo geocêntrico e heliocêntrico;

- ✓ Compreender o processo histórico de elaboração dos modelos de universo;
- ✓ Estabelecer relações entre o processo histórico e a construção da ciência como algo mutável;
- ✓ Estabelecer relação entre o modelo heliocêntrico e o fenômeno da noite e do dia;

### **Metodologia:**

**1º momento:** aplicação do questionário da tarefa diagnóstica (**APÊNDICE A**) introdutório com a finalidade de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, para eventuais alterações e adaptações na sequência de ensino.

**2º momento:** entrega alunos do texto “Geocentrismo X Heliocentrismo: evolução dos modelos para o cosmo” (**ANEXO A**) para realização de leitura e debate em grupo. Durante esse debate, o grupo deve solucionar as questões propostas pelo texto de maneira individual, que objetivam norteá-los para a próxima etapa.

**3º momento:** os alunos devem apresentar as conclusões que chegaram no que se refere às questões para o debate em sala, que deverá ser mediado pelo professor.

### **Recursos didáticos**

- Texto impresso para todos os alunos;
- Quadro;
- Pincel.

### **Avaliação**

Sugerimos que a avaliação da aula seja feita por meio das produções redigidas pelos alunos. Contudo, podem ser adotadas outras formas, como o debate sobre o texto e as questões.

### **Referências:**

EDUCARBRASIL (Belo Horizonte). **Geocentrismo X Heliocentrismo:** evolução dos modelos para o cosmo. evolução dos modelos para o cosmo. 2013. Material elaborado pelo portal Educar Brasil. Disponível em: <https://www.conteudoseducar.com.br/conteudos/arquivos/3172.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2021.

## Segunda Aula

**Conteúdo:** estações do ano.

**Orientações ao docente:** Para a realização dessa aula sugere-se que a tarefa diagnóstica tenha sido aplicada e analisada pelo docente. Isso para que seja possível efetuar as adaptações que o professor julgar necessárias.

Essa aula foi elaborada tendo como resultado do levantamento dos conhecimentos prévios que os estudantes sobre as estações do ano:

- ✓ Não associam o fenômeno a inclinação da Terra em relação Sol que interfere na intensidade luminosa;
- ✓ Associam o fenômeno somente a translação da Terra em torno do Sol e a excentricidade da elipse, que provoca a diminuição da luz devido à distância da Terra em relação ao Sol em diferentes posições;

### Objetivos:

- ✓ Estabelecer relações entre o curta metragem “As cores da Estação” e o texto “Geocentrismo X Heliocentrismo: evolução dos modelos para o cosmo”;
- ✓ Compreender as estações do ano como consequência da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação a órbita do planeta e de seu movimento de translação em torno do Sol;
- ✓ Criar um modelo conceitual para explicar o fenômeno das estações do ano.

### Metodologia:

**1º momento:** exibição do curta “As cores da Estação” para apresentar e problematizar o tema referente as estações do ano.

**2º momento:** questionar aos alunos sobre o tema presente no vídeo.

**3º momento:** organizar os alunos em grupo e propor o problema “Como ocorrem as estações do ano?”, para que cada um elabore uma hipótese escrita que explique as estações por meio de uma exposição oral.

**4º momento:** verificar o modelo criado pelos alunos, caso não mencionem as estações do ano como uma consequência direta da inclinação do eixo da Terra, propor os próximos momentos.

**5º momento:** utilizando o aparato experimental da figura 1(apresentada na descrição do experimento), demonstrar que a iluminação recebida pela bola de isopor, que representa a Terra, é a mesma em todos os pontos, sendo assim, um modelo que justifique as estações do ano como consequência da órbita elíptica e o movimento de translação, apresenta um equívoco, pois nesse caso, teríamos a mesma estação do ano nos dois hemisférios terrestres numa mesma época. O erro, está em não levar em conta a inclinação do planeta em relação ao Sol, o que é responsável por provocar a variação de intensidade dos raios solares em pontos diferentes da Terra, o que seria a principal explicação para o fenômeno.

**6º momento:** ao demonstrar o experimento para os alunos, o professor deve questioná-los sobre suas hipóteses e orientá-los, para que identifiquem o erro conceitual em seu modelo.

**7º momento:** quando os alunos perceberem o equívoco, deve ser proposto que usando o aparato experimental, testem novas hipóteses e encontrem a solução para o problema, explicando o fenômeno de maneira correta. Ressalta-se a importância do acompanhamento feito pelo professor nesse processo, pois cabe a ele orientar os escolares, porém, sem fornecer as respostas.

**8º momento:** depois de solucionarem o problema proposto, os grupos devem apresentar o novo modelo de maneira expositiva para a turma e em seguida, cada um individualmente deve elaborar um texto escrito respondendo ao problema.

### **Recursos**

- Quadro;
- Pincel;
- Data Show;
- Notebook;
- Aparato experimental.

### **Montagem e demonstração do aparato experimental**

#### **\*materiais**

- Bola de isopor
- Palito de churrasco;
- Lâmpada
- Soquete com tomada;
- Extensão;

#### **Como montar?**

- 1-Inicialmente, usando o palito de churrasco, faça um furo e o fixe na bola de isopor;

- 2- Coloque a lâmpada no soquete e fixe esse aparato na extensão.
- 3- Posicione em frente (**figura 1**) o aparato descrito no item 1 a lâmpada ligada.

**Figura 1- Demonstração experimental**



Fonte: Própria autora

### **Avaliação**

Para fins de avaliação, sugerimos a utilização dos textos elaborados para responder ao problema e o próprio envolvimento e participação na aula por parte dos estudantes.

### **Referências**

AS CORES da estação. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=BaKimdnl-dQ>>  
Acesso em 25 de nov. 2018.

## **PLANO DE ENSINO: SEGUNDA UNIDADE DIDÁTICA**

**Disciplina:** A sugestão é que seja trabalho em Física ou Geografia.

**Turma:** 1º série do Ensino Médio

**Tópico:** Sistema Sol, Terra e Lua

**Número de aulas:** 5 aulas

**Duração sugerida para cada aula:** 90 min

### **2º UNIDADE DIDÁTICA**

**Conceito geral:** Movimentos de rotação e translação

#### **Primeira aula**

**Conteúdo:** Primeiros calendários e a influência da Lua em sua construção.

**Orientações ao docente:** Para a realização dessa aula sugerimos ao professor que divida a turma para promover a interação entre os alunos.

#### **Objetivos:**

- ✓ Compreender quais necessidades levaram o homem a observar a lua e os astros;
- ✓ Relacionar os estudos dos astros a situações cotidianas e observações empíricas.

#### **Metodologia**

**1º momento:** entrega do texto “História da ciência: Surgimento dos calendários” (**Anexo B**), para que cada grupo possa realizar a leitura e debate objetivando solucionar as questões propostas, que devem ser feitas após a discussão, porém de maneira individual.

**2º momento:** apresentação das questões e debate das conclusões as quais cada grupo chegou.

**3º momento:** exposição da reportagem “você acredita na influência da lua na agricultura?”, a ideia é fomentar o debate sobre a necessidades do homem ao observar o céu, uma vez que, o homem do campo, mesmo sem conhecimento científico, por meio de observações empíricas buscou responder suas necessidades de produção agrícola ou criação de animais.

### **Sugestão de questionamentos:**

- ✓ Por que observar o céu?
- ✓ Você já percebeu alguma mudança em sua rotina devido as fases da Lua?
- ✓ Por que você acha que essas “lendas” sobre a Lua ainda estão tão presentes no nosso cotidiano?
- ✓ Por que você acha que mesmo sem ter conhecimento científico, os fazendeiros conseguem criar essas teorias?

### **Recursos**

- Quadro;
- Pincel;
- Texto impresso;
- Data Show;
- Notebook.

### **Avaliação:**

Sugerimos que o professor, avalie a aprendizagem por meio da observação e pelo material escrito que os alunos irão produzir, pois, o texto vem acompanhado de algumas questões norteadoras para o debate.

### **Referências:**

- PAULA, R. N. F. **A Origem da contagem do Tempo**. Disponível: <<https://www.infoescola.com/historia/a-origem-da-contagem-do-tempo/>> Acesso em: 03. dez. 2018.
- ROSA, C; AUGUSTO, P. **História da ciência**: da antiguidade ao renascimento científico, 2. ed. — Brasília: FUNAG, 2012.
- VOCÊ acredita na influência da lua na produção agrícola? Disponível em: <<http://g1.globo.com/pr/parana/caminhos-do-campo/videos/v/voce-acredita-na-influencia-da-lua-na-producao-agricola/4638676/>> Acesso em: 25 nov. 2018

## Segunda Aula

**Conteúdo:** fases da Lua

**Orientações ao docente:** o modelo experimental criado pelos alunos, não precisar ser o da figura 2, uma vez, que eles podem responder ao problema usando situações semelhantes, mas, não iguais. Além disso, caso os alunos se desviem muito do modelo proposto e se afastem dos conceitos científicos que explicam o fenômeno, a sugestão é que o professor trabalhe o erro dos alunos por meio de questionamentos, porém, tomando o cuidado de não fornecer a resposta.

**Objetivos:**

- ✓ Investigar e explicar as fases da lua;
- ✓ Criar um modelo conceitual e um modelo experimental semelhante a figura 2.
- ✓ Provar o modelo conceitual usando o modelo experimental.

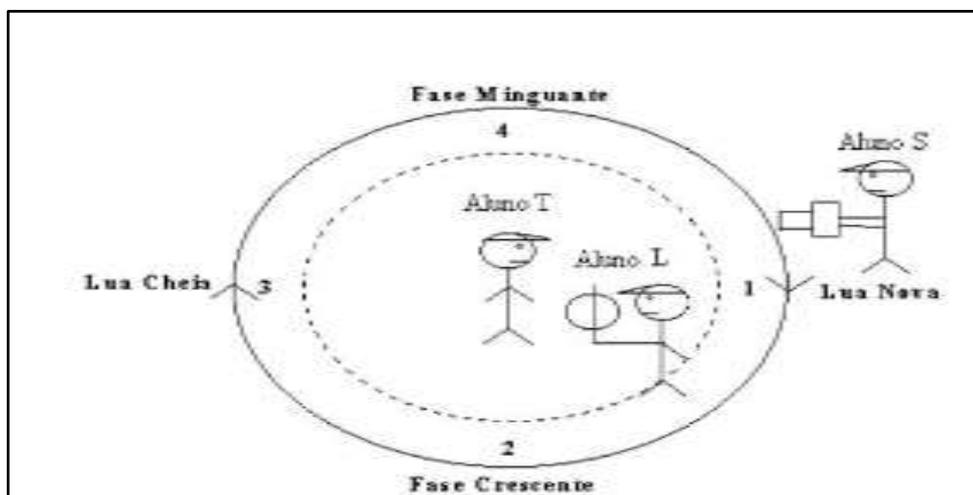
**Metodologia:**

**1º momento:** organizar os alunos em grupo e entregar o aparato experimental da figura

**2º momento:** proposto aos alunos que, usando os materiais entregues, elaborem um modelo experimental e conceitual que explique como as fases da Lua acontecem.

**3º momento:** o professor deve orientar os alunos para que cheguem a um modelo igual ou semelhante ao da figura 2, para explicar o fenômeno.

**Figura 2 - Procedimento experimental usado para solução do problema**



Fonte: Nogueira (2009)

**4º momento:** o modelo representado pela figura 2, apresenta um pequeno equívoco, que deve ser corrigido pelos alunos durante o experimento, no entanto, cabe ao professor, questioná-los para que percebam o deslize e façam uma readequação de suas ideias. De acordo com <sup>8</sup>Nogueira (2009) a figura 2, está presente na maioria dos livros didáticos, no entanto, há um erro na ilustração na fase da Lua cheia uma vez, que se o aluno ficar em pé, a luz da lâmpada do experimento não irá chegar na bola de isopor, por isso o estudante que representa a Terra não conseguirá enxergar o astro, pois Sol, Terra e Lua estariam alinhados, dando origem a um eclipse. Para chegar à resposta do problema, os estudantes devem entender que para que exista uma Lua Cheia todo mês, é necessário que Terra e Lua estejam em planos diferentes, ou seja, os três astros envolvidos não podem estar no plano.

**5º momento:** solicitar aos alunos que encontrem uma solução para a situação descrita anteriormente.

**6º momento:** após a resolução do problema, cada grupo deverá apresentar suas hipóteses para a explicação do fenômeno, que será mediada pelo professor. Por fim, os alunos devem elaborar um relato da atividade de forma individual, na qual deve constar a representação do modelo que explique a formação das fases da Lua.

#### **Recursos**

- Quadro;
- Pincel;
- Aparato experimental da figura 1.

#### **Avaliação:**

Para fins de avaliação, sugerimos a utilização dos textos elaborados para responder ao problema e o próprio envolvimento e participação na aula por parte dos estudantes.

#### **Referências**

NOGUEIRA, S. **Astronomia ensinosa fundamental e médio**. ed.11. Brasília: MEC; MCT; AEB, 2009.

---

<sup>8</sup> As atividades referentes às aulas 2, 03 e 4 são atividades foram retiradas do livro de Nogueira (2009) e adaptas pela pesquisadora

### Terceira Aula

**Conteúdo:** Eclipse lunar e solar

**Orientações ao docente:** sugerimos ao professor que oriente os alunos por meio de questionamentos, mas, sem fornecer a resposta.

#### Objetivos

- ✓ Investigar como ocorrem os eclipses;
- ✓ Compreender que para que o eclipse lunar e solar aconteça é necessário que a terra, o sol e a lua estejam no mesmo plano.
- ✓ Utilizar o modelo experimental elaborado na aula anterior, porém, adaptando ao fenômeno do eclipse lunar e solar.

#### Metodologia

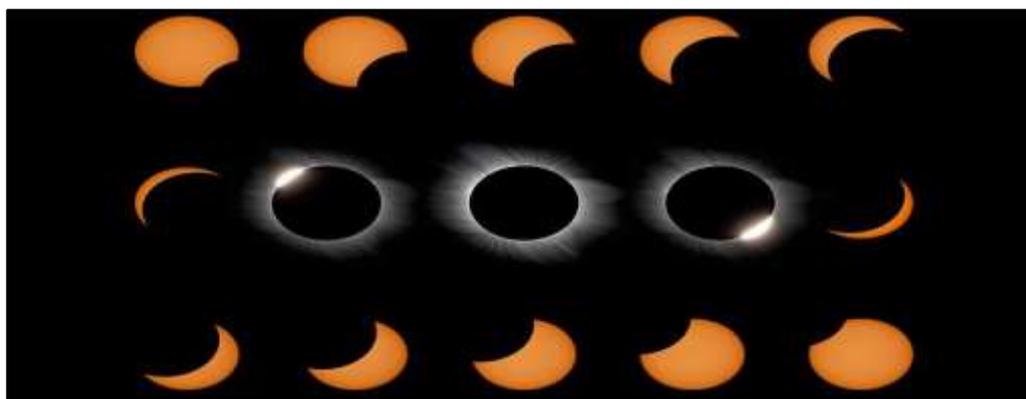
**1º momento:** para contextualizar o fenômeno, apresentar as figuras 3 e figura 4, que representam eclipses solares e lunares respectivamente.

**2º momento:** questionar aos alunos sobre qual o fenômeno descrito nas imagens. Depois identificarem o fenômeno, solicitar que identifiquem qual figura representa o eclipse lunar e solar.

**3º momento:** entregar o aparato referente a figura 1, e que foi utilizando nas aulas anteriores.

**4º momento:** propor que usando o aparato experimental um modelo conceitual e prático, expliquem como acontecem os eclipses lunares e solares.

**Figura 3- Eclipse solar**



Fonte: < <https://www.elonce.com/secciones/sociedad/496139-histnrico-eclipse-solar-2017-dnnde-cunando-y-cnmo-verlo.htm> > Acesso em: 19 nov. 2019.

**Figura 4- Eclipse lunar**



Fonte: Disponível em: < <https://super.abril.com.br/ciencia/como-quando-e-onde-ver-o-eclipse-lunar-de-hoje/> > Acesso em: 19 nov. 2019

**5º momento:** Após a resolução do problema proposto quanto ao eclipse, os alunos devem expor suas conclusões acerca do fenômeno, por fim, de maneira individual escrever um relato da atividade destacando suas conclusões.

#### **Recurso didáticos**

- Quadro;
- Pincel;
- Data Show;
- Notebook.

#### **Avaliação**

Para fins de avaliação, sugerimos a utilização dos textos elaborados para responder ao problema e o próprio envolvimento e participação na aula por parte dos estudantes.

#### **Referência**

NOGUEIRA, Salvador. **Astronomia ensinosa fundamental e médio**. ed.11. Brasília: MEC; MCT; AEB, 2009.

### Quarta Aula

**Orientações ao docente:** sugerimos ao professor que oriente os alunos por meio de questionamentos, mas, sem fornecer a resposta.

**Conteúdo:** Lado visível da Lua

#### Objetivos

- ✓ Deduzir que para enxergarmos o mesmo lado da lua, o astro executa dois movimentos o de translação em torno da Terra e o de revolução em torno de seu próprio eixo;
- ✓ Aplicar modelo experimental e conceitual da sequência, porém, adaptando para explicar o novo fenômeno.

#### Metodologia

**1º momento:** apresentar para os alunos as imagens da figura 5, na qual os alunos serão questionados sobre o que as imagens sobre o que as imagens têm em comum, nesse momento o que se espera é que os alunos percebam que independente da fase na qual a lua se encontra, sempre veremos a mesma face.

**Figura 5 – Lado visível da Lua**



Fonte: < <https://altoastral.blogosfera.uol.com.br/2018/03/13/fases-da-lua-entenda-como-elas-podem-influenciar-as-suas-emocoes/> > Acesso em: 19 nov. 2019

**2º momento:** entregar os materiais da figura 1 e propor que cada grupo crie um modelo que responda ao problema “Por qual motivo sempre enxergamos o mesmo lado da lua?”.

**3º momento:** os grupos devem utilizar o procedimento geral e ao mesmo tempo, conseguir aplicar o conceito geral referente aos movimentos do sistema Sol e Terra, que foi estudado na primeira unidade didática para explicar o fenômeno.

**4º momento:** Após a resolução do problema, os alunos devem esquematizar suas conclusões por meio da fala expondo quais as conclusões de cada grupo e por fim, devem elaborar um relato escrito sobre a atividade de maneira individual.

#### **Recursos didáticos**

- Aparato experimental da figura 01
- Quadro
- Pincel

#### **Avaliação**

Para fins de avaliação, sugerimos a utilização dos textos elaborados para responder ao problema e o próprio envolvimento e participação na aula por parte dos estudantes.

#### **Referência**

NOGUEIRA, Salvador. **Astronomia ensinosa fundamental e médio**. ed.11. Brasília: MEC; MCT; AEB, 2009.

## Quinta Aula

**Orientações ao docente:** como a sequência se trata de um experimento didático-formativo, sugerimos ao professor que nessa última aula realize uma avaliação da metodologia de ensino e de assimilação dos conceitos gerais. Além disso, é importante deixar claro para os estudantes que se trata de uma avaliação da metodologia de ensino, para que se sintam mais confortáveis em realizar essa tarefa.

**Conceito geral:** movimentos de rotação e translação.

**Conteúdo:** Conceitos trabalhados durante as aulas das duas unidades didáticas:

- ✓ História dos modelos do nosso sistema solar: Modelo heliocêntrico e geocêntrico;
- ✓ Estações do ano;
- ✓ Primeiros calendários e a influência da Lua em sua construção;
- ✓ Fases da Lua;
- ✓ Eclipse lunar e solar;
- ✓ Lado visível da Lua.

### Objetivos

- ✓ Estabelecer relações entre o conceito geral e os específicos;
- ✓ Construção de um modelo de forma objetivada por meio de uma carta sobre o que aprenderam durante o curso.
- ✓ Avaliar a aprendizagem e a metodologia de ensino.

### Metodologia

**1º momento:** solicitar aos alunos que elaborem uma carta para um amigo, descrevendo o que aprenderam e como avaliam o curso de. A atividade deverá ser feita de maneira individual e ser entregue ao final da aula.

### Recursos didáticos

- Quadro
- Pincel
- Data Show
- Notebook

### Avaliação

É feita pela os estudantes, que devem avaliar a metodologia de ensino adotada e também é realizada pelo professor, que deve buscar indícios de assimilação do conceito geral e a capacidade de generalização dos sujeitos.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A- TAREFA DIAGNÓSTICA

1- Como você explica o surgimento do dia e da noite?

---

---

2-Como você explica as estações do ano?

---

---

3-Como você explica os eclipses?

---

---

4- O modelo cosmológico mais aceito pela ciência para nosso sistema solar?

---

---

5- Como você explica as fases da Lua?

---

---

## ANEXOS

## **6 ANEXO A- GEOCENTRISMO<sup>9</sup> X HELIOCENTRISMO: EVOLUÇÃO DOS MODELOS PARA O COSMO**

Desde a Antiguidade, o homem caminha sobre a Terra e olha para o céu. Todos os dias, ele vê o Sol se elevar e desaparecer no horizonte. As estrelas também não ficam paradas no céu à noite (e nem de dia!); elas parecem girar em torno de um ponto fixo no céu. Na tentativa de compreender e explicar esses fenômenos, o homem procurou elaborar modelos para o cosmo, isto é, modelos para o Universo, de modo que ele pudesse compreender os movimentos dos astros e muitos outros fenômenos.

Desde muito jovens, na escola, aprendemos que o modelo mais adequado para explicar os movimentos celestes é o heliocêntrico, em que o Sol ocupa o centro do Universo. Mas esse não foi o único modelo proposto ao longo da história. Existiram outros igualmente aceitos pela sociedade, em épocas passadas. Nessa atividade, você aprenderá um pouco mais sobre a evolução dos modelos para o cosmo e também sobre a maneira como a Ciência é construída.

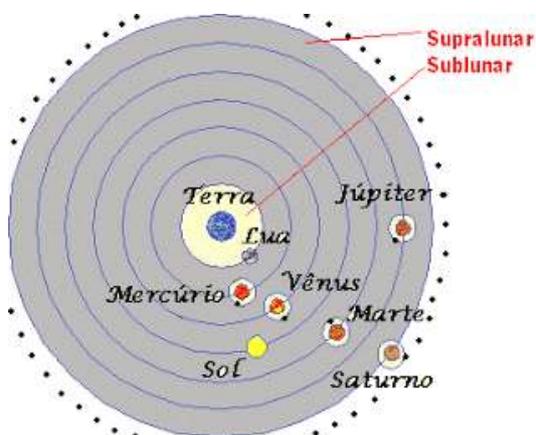
Os gregos foram os primeiros a abandonar as explicações mágicas para a ocorrência de determinados fenômenos e a buscar uma forma racional de conceber e entender a natureza e suas manifestações. Deve-se a eles o chamado modelo geocêntrico do cosmo, que considera a Terra como o centro do Universo, ao redor do qual giram todos os outros astros. Aristóteles, um dos filósofos gregos que mais influenciou a cultura ocidental, defendia a imobilidade da Terra. Para ele, a Terra estava fixa e parada no centro do universo e todos os demais astros giravam em movimento circular ao redor dela. A palavra geocêntrica exprime exatamente essa ideia: a Terra (Geo) no centro.

De acordo com Aristóteles, o Universo era dividido em dois mundos: o sublunar e o supralunar. Tudo o que existia no mundo sublunar, isto é, abaixo da Lua, era composto pelos quatro elementos: terra, fogo, ar e água. Esse mundo era mutável e corruptível, sendo, portanto, imperfeito. Já o mundo supralunar era perfeito. Ele era constituído por um quinto elemento, denominado éter. Esse elemento era tão suave que possibilitava que o mundo supralunar estivesse sempre em movimento

---

<sup>9</sup> Texto com adaptações retirado de EDUCARBRASIL (Belo Horizonte). Geocentrismo X Heliocentrismo: evolução dos modelos para o cosmo. evolução dos modelos para o cosmo. 2013. Material elaborado pelo portal EducarBrasil. Disponível em: <https://www.conteudoseducar.com.br/conteudos/arquivos/3172.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2021.

Modelo de Aristóteles



É interessante notar que, de um ponto de vista prático, muitos fenômenos podem ser perfeitamente explicados, admitindo-se que a Terra é o centro do universo. Por exemplo, a existência dos dias e das noites. O Sol, ao girar em torno da Terra, surge em um lado do horizonte e desaparece no lado oposto. Se observarmos atentamente o céu, a sensação que temos é tudo gira ao nosso redor enquanto estamos parados e por causa disso pensava-se que a Terra estava no centro do universo.

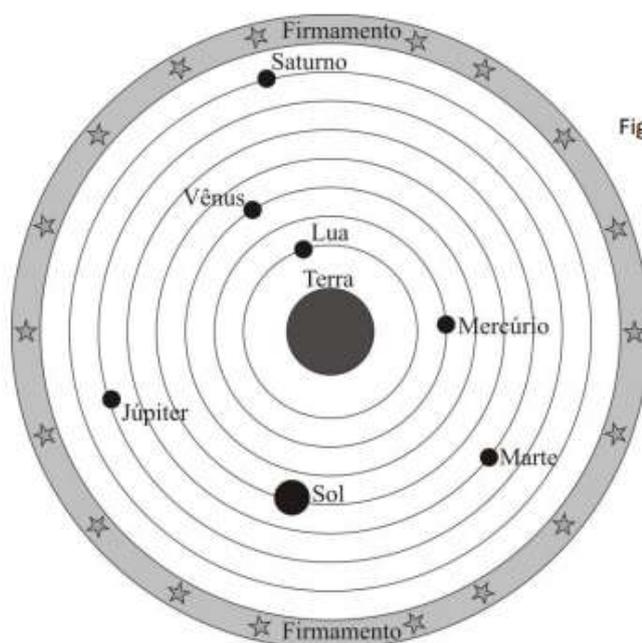
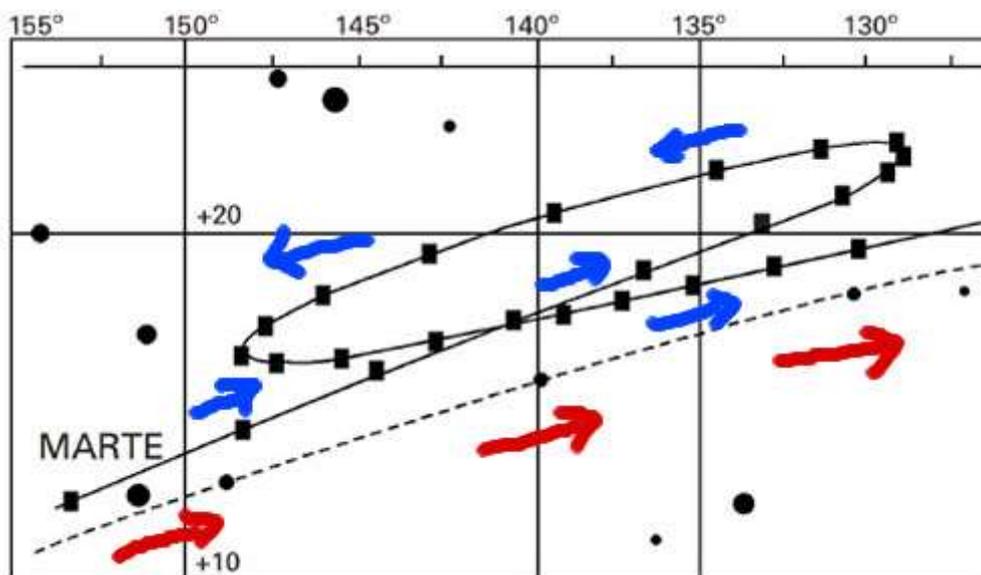


Figura 1 - Modelo geocêntrico para o cosmo

Mas havia um problema com esse modelo: ele não explicava o movimento retrógrado dos planetas. Para os gregos, o movimento perfeito era circular e os cinco planetas conhecidos na época (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno) pareciam não se mover em movimento circular representado na Figura 2. Se observados ao longo do tempo, esses planetas pareciam interromper sua trajetória e voltar atrás em seu movimento (veja a figura a seguir, que mostra a trajetória do planeta Marte, observada em relação ao fundo de estrelas, fixo, chamado de esfera celeste). Por isso, eles receberam o nome de planetas (que, em grego, significa errante), pois pareciam “errar o caminho”

**Figura 2 - Movimento aparente de Marte, quando observado da Terra, tomando como referência a esfera celeste. Note como Marte parece retroceder em seu caminho, para depois retomar sua trajetória inicial.**



Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/Retrogrado/retrogrado.html>

Para contornar essa situação, Claudius Ptolomeu, astrônomo que viveu em Alexandria, no século II d. C., propôs uma alteração no modelo de Aristóteles. Para ele, os planetas se moviam em órbitas circulares chamadas epiciclos, cujos centros giravam em torno da Terra (veja a figura a seguir). Com o auxílio dos epiciclos e com vários ajustes matemáticos complicados, pois cada planeta requeria um epiciclo diferente, com tamanho e período de rotação específico, o modelo de Ptolomeu passou a oferecer grande correspondência com as observações dos movimentos dos corpos celestes. Deste modo, o modelo geocêntrico continuou a ser aceito pelos cientistas e utilizado em estudos e previsões de fenômenos.

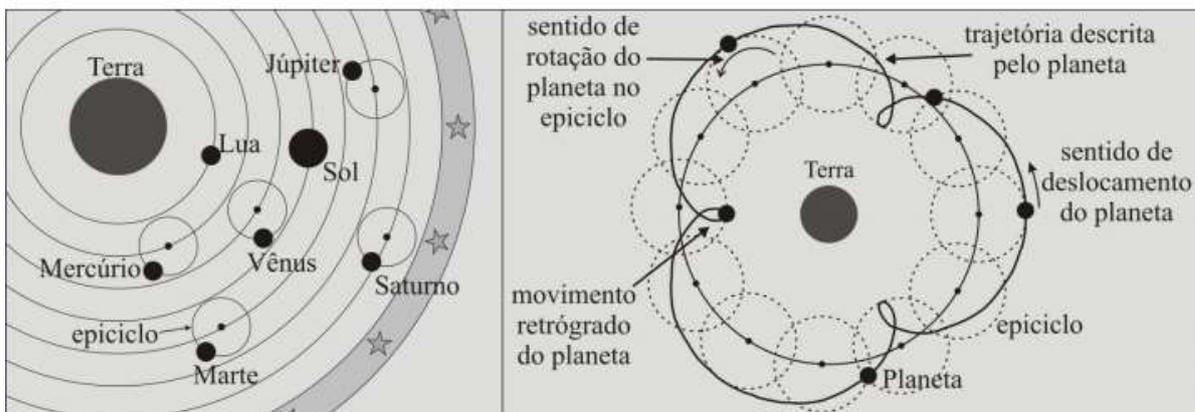


Figura 3 - Modelo geocêntrico com as modificações propostas por Ptolomeu. No destaque, a trajetória descrita por um planeta.

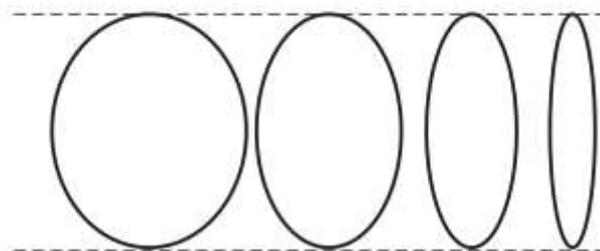
Esse modelo tinha uma boa correspondência com as observações dos fenômenos celestes e foi adotado pela civilização ocidental durante 13 séculos. Foi então que, o astrônomo polonês, Nicolau Copérnico (1473-1543) propôs um novo modelo para o cosmo: o modelo heliocêntrico, onde o Sol (Helios, em grego) estaria no centro do universo. Na verdade, não havia uma justificativa científica para a proposta de Copérnico. O que mais o incomodava era a falta de beleza matemática do modelo de Ptolomeu, que se tornara extremamente complicado devido ao grande número de alterações que teve que sofrer para se ajustar às observações. Na época, houve grande controvérsia na aceitação do modelo heliocêntrico, pois o modelo geocêntrico era amplamente aceito, até mesmo pela Igreja Católica. Nessa época, ir contra a ideia de que a Terra era o centro do Universo era ir contra o próprio Deus. Há que se registrar, também, que colocar a Terra em movimento apresentava mais problemas, em um momento inicial, do que soluções.

Uma questão difícil de ser respondida pelos heliocentristas é o fato de não sermos arremessados, juntamente com carros, mobílias, animais e demais objetos que estão sobre a superfície da Terra, para fora do planeta. Se você já se divertiu em algum brinquedo radical que gira a alta velocidade, sabe que é preciso estar fortemente preso ao brinquedo para não sair “voando”, quando ele estiver em funcionamento, tal como acontece em uma xícara maluca. A explicação para esse fato só será dada, algum tempo depois, por Issac Newton.

Mas, antes de chegarmos a Newton, vamos compreender como outros grandes nomes contribuíram para que o modelo heliocêntrico fosse aceito após Copérnico. Vamos iniciar com Tycho Brahe (1546-1601) um astrônomo que chefiou o primeiro grande observatório da Dinamarca, cujas as medições serviram para a desconstrução de que a órbitas dos planetas era circular conforme previam os gregos. Ele observou e mediu, com enorme precisão, a olho nu,

as posições dos planetas, ao longo de 20 anos. Após a morte de Brahe, Kepler, que trabalhou como seu assistente no laboratório, deu continuidade aos seus trabalhos e mostrou que as trajetórias dos planetas não eram círculos perfeitos, como defendiam os geocentristas, mas elipses (um círculo um pouco achatado). A figura abaixo mostra diferentes elipses:

**Fig-04 Diferentes elipses**



Fonte: Alfa Virtual School

Além disso, Kepler mostrou que a velocidade dos planetas não deveria ter o mesmo valor em toda a sua trajetória, mas que deveria ser um pouco maior, quando estivessem mais próximos ao Sol. Outro nome que contribuiu para a aceitação do modelo heliocêntrico foi Galileu, que por meio da utilização de um telescópio para observar os astros, deu contribuições importantes para enfraquecer o modelo geocêntrico. Para os defensores do geocentrismo, o mundo era dividido em sublunar e supralunar, um imperfeito e o outro, perfeito. Dizer que a Terra era apenas mais um planeta girando ao redor do Sol desfazia a distinção entre os dois mundos. Quando Galileu, utilizando o telescópio, pode ver que as manchas na Lua eram crateras e montanhas, interpretou esses sinais como evidências de imperfeição. Outro ponto de observação de Galileu foram as luas de Júpiter. Galileu observou quatro satélites orbitando o planeta Júpiter, o que contrariava a ideia de que tudo no universo girava em torno da Terra.

As ideias de Galileu em defesa do modelo heliocêntrico foram publicadas em 1632, em um livro intitulado Diálogos sobre os Dois Grandes Sistemas do Mundo. O grande tumulto produzido por essa obra levou a Igreja a condená-la e Galileu foi taxado como herético. Para não morrer queimado na fogueira, Galileu foi obrigado pela Inquisição a renegar publicamente suas ideias, sendo forçado a viver confinado em sua casa, até o fim de sua vida. Mas todo esse conjunto de ideias, evidências e proposições acabou por levar os cientistas a adotarem o modelo heliocêntrico do cosmo como o mais adequado.

Por fim, temos Isaac Newton (1643-1727) conhecido por ser o criador da mecânica clássica, que com a Lei da gravitação Universal conseguiu explicar o movimento dos planetas em torno do sol trazendo cálculos minuciosos sobre o assunto.

## Questões

1- Ao longo do texto, procuramos expor a evolução dos modelos criados por cientistas e filósofos para explicar o movimento dos astros. Na ciência, é muito comum que ocorram modificações nos modelos e teorias, em função das novas pesquisas e dos novos conhecimentos produzidos. Outro exemplo muito famoso foi o da evolução dos modelos atômicos. Em 1808, John Dalton propôs um modelo para o átomo: uma esfera maciça e indivisível. Posteriormente, Joseph John Thomson, Ernest Rutherford, Niels Bohr e James Chadwick forneceram importantes contribuições, através de seus estudos, que modificaram significativamente o modelo de átomo proposto por Dalton. Atualmente de átomo que conhecemos é, também, diferente daquele da época de Chadwick, pois a ciência não para de evoluir.

Tendo em vista essas considerações acerca da Ciência, seria mais apropriado dizer que: os primeiros modelos, tanto para o cosmo quanto para o átomo, estavam errados ou que tais modelos eram limitados? Explique sua resposta

---

---

---

---

2-No texto são abordados dois modelos para o cosmo, o heliocêntrico e o geocêntrico. Como cada um desses modelos explica a sucessão dos dias e das noites?

---

---

3-Por que o modelo de Aristóteles deixou de ser aceito, mesmo explicando o dia e a noite?

---

---

4- Após a leitura do texto, o que podemos concluir quanto a construção do conhecimento científico?

---

---

---

## 7 ANEXO B- HISTÓRIA<sup>10</sup> DA CIÊNCIA: SURGIMENTO DOS CALENDÁRIOS

De onde surgiu a necessidade de entender o tempo? Como o homem inventou o calendário? Por que acompanhamos sempre o relógio para controlarmos as nossas atividades cotidianas?

O estudo referentes à compreensão do tempo foi importante para espécie humana, pois é com base nesses conhecimentos que a humanidade organiza suas atividades até os dias atuais.

Já no período Paleolítico<sup>11</sup>, os caçadores perceberam que a posição dos astros e suas periodicidades poderiam ser utilizadas para saber quando a Lua mudaria, e que os fenômenos celestes influenciavam o comportamento dos animais usados como alimento para caça e pesca. Já no Período Neolítico, no qual a agricultura se tornou parte da vida humana, arar a terra, e plantar eram coisas necessárias para a sobrevivência do homem. E era preciso prever alguns fenômenos, tais como as cheias dos rios, para favorecer as plantações. Desse modo tornou-se necessário medir o tempo para poder prever o momento mais adequado para se iniciar o plantio e se realizar a colheita. Tais medidas de tempo foram construídas por meio da observação de fenômenos repetitivos. Assim, o homem começou a recorrer a observação desses fenômenos para melhorar o plantio e, por isso, muitas civilizações antigas criaram os calendários.

O calendário é um sistema de ordenamento e organização do tempo em dias, meses e anos. Têm inspiração religiosa e foram construídos baseados na observação dos astros. Na mesopotâmia, por exemplo, acreditava-se que o posicionamento dos corpos celestes era obra dos deuses, o que influencia e determina os acontecimentos terrenos, atuais e futuros. As observações nos corpos celestes, que ficavam a cargo dos sacerdotes era uma consequência desse interesse em investigar os desígnios das divindades, mas também em registrar a disposição dos astros, de forma a fixar Calendário, pelo qual o povo poderia ajustar sua agricultura e preparar os festejos religiosos em homenagem às divindades.

---

<sup>10</sup> texto construído a partir de recortes do livro História da ciência: da antiguidade ao renascimento e do site infoescola.

ROSA, C. Augusto de Proença. **História da ciência** : da antiguidade ao renascimento científico, 2. ed. — Brasília : FUNAG, 2012.

PAULA, R. N. F. **A Origem da contagem do Tempo**. Disponível: <<https://www.infoescola.com/historia/a-origem-da-contagem-do-tempo/>> Acesso em: 03. dez. 2018.

<sup>11</sup> Período em que foram construídos os instrumentos de caça feitos em madeira, osso ou pedra lascada.

Os primeiros calendários eram lunares, ou seja, utilizavam a mudança de fases da lua para a marcação das semanas e do mês lunar, que se inicia com a lua nova e tem de 29 a 30 dias.

**Fig- 01- Calendário lunar**

Janeiro							Fevereiro							Março							
Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	
1		1	2	3	4	5 ●	5	●	5	6	7	8	9 10	9				1	2	3	
2	7	8	9	10	11	12 13	6	11	12	13	14	15	16 17	10	4	5 ●	6	7	8	9 10	
3	14	15	16	17	18	19 20	7	18	19	20	21	22	23 24	11	11	12	13	14	15	16 17	
4	21	22	23	24	25	26 27	8	25	26	27	28			12	18	19	20	21	22	23 24	
5	28	29	30	31			9							13	25	26	27	28	29	30 31	
Abril							Maio							Junho							
Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	
14	1	2	3	4 ●	5	6 7	18				1	2	3 ● 5	22						1	2
15	8	9	10	11	12	13 14	19	6	7	8	9	10	11 12	23	●	4	5	6	7	8	9
16	15	16	17	18	19	20 21	20	13	14	15	16	17	18 19	24	11	12	13	14	15	16 17	
17	22	23	24	25	26	27 28	21	20	21	22	23	24	25 26	25	18	19	20	21	22	23 24	
18	29	30					22	27	28	29	30	31		26	24	25	26	27	28	29 30	
Julho							Agosto							Setembro							
Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	
27	1 ●	2	3	4	5	6 7	31				1	2	3 4	35							1
28	8	9	10	11	12	13 14	32	5	6	7	8	9	10 11	36	2	3	4	5	6	7 8	
29	15	16	17	18	19	20 21	33	12	13	14	15	16	17 18	37	9	10	11	12	13	14 15	
30	22	23	24	25	26	27 28	34	19	20	21	22	23	24 25	38	16	17	18	19	20	21 22	
31	29	30	31				35	26	27	28	29	30	31 ●	39	23	24	25	26	27	28 29	
														40	30						
Outubro							Novembro							Dezembro							
Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	Se	Te	Qu	Qu	Se	Sá	Do	
40	1	2	3	4	5	6 7	44				1	2	3	48							1
41	8	9	10	11	12	13 14	45	8	9	10	11	12	13 14	49	2	3	4	5	6	7 8	
42	15	16	17	18	19	20 21	46	15	16	17	18	19	20 21	50	9	10	11	12	13	14 15	
43	22	23	24	25	26	27 28	47	22	23	24	25	26	27 28	51	16	17	18	19	20	21 22	
44	29	30	31				48	29	30	31				52	23	24	25	26	27	28 29	
														1	30	31					

Fonte: Abacusliquid (2019)

Posteriormente, houve a necessidade, por motivo das safras agrícolas, dependentes das estações do ano, ou seja, do movimento solar, de fundir o Calendário lunar com um Calendário que refletisse o período de um ano, que pensavam ser de 365 dias. Assim, o Calendário lunissolar anual foi fixado em 12 meses de 29 e 30 dias alternadamente, com um total de 354 dias. No fim de três anos, em decorrência do atraso de 11 dias com relação ao ano solar, era acrescentado um acréscimo do 13º mês, que contava com um total de 33 dias e era feito por meio de um decreto real. Deve-se ter presente, contudo, não ter sido o calendário o principal ou o único motivo para a observação dos astros, mas a própria crença na sua influência, como

verdadeiras divindades, no destino do Homem. A Astrolatria<sup>12</sup> levou necessariamente à Astrologia.

Dentre os povos antigos, os babilônios merecem destaque por terem desenvolvido diversos instrumentos de observação astronômica, que seriam utilizados por toda a antiguidade, tais como: o gnômon, a esfera armilar.

**Fig-02: gnômon ( relógio de sol) usado para medir o tempo por meio da sombra formada.**



Fonte: Downunderpharaoh

**Fig-03: Esfera Armilar usado para representar os corpos celestes**



Fonte: decorar con arte

---

<sup>12</sup> Culto aos astros

Além da mesopotâmia, outras civilizações criaram seu próprio calendário por meio de observações celestes, como os egípcios. Para os egípcios, a Astronomia era a base utilitária necessária para a marcação do tempo, sem maior interesse em teorias sobre o Sol, a Lua e demais corpos celestes. Os egípcios identificaram os planetas Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno, bem como algumas constelações e estrelas (Orion, Cassiopeia, Grande Ursa, Sirius). Segundo a mitologia egípcia, o deus Osíris, ao morrer, se transformou na constelação Orion. A falta de preocupações com a natureza do universo físico decorria do desinteresse dos sacerdotes-astrônomos em pesquisar as posições das estrelas, o movimento dos astros, a ocorrência de eclipses, em especular a respeito da sua natureza. Dedicavam-se ao mundo espiritual, e não ao físico. Não há menção alguma, em qualquer documento egípcio, sobre eclipse. A Astronomia egípcia tem, na realidade, um caráter religioso e litúrgico, tanto que só aos sacerdotes cabia o privilégio de observar a abóbada celeste e extrair informações precisas que lhes permitissem fixar datas para as cerimônias religiosas e até as horas para a liturgia diária. As observações astronômicas tinham, assim, um objetivo prático, sem qualquer veleidade teórica.

A astronomia, ou melhor, a observação do Céu, combinada com as enchentes do Nilo, serviria, contudo, para a organização de um Calendário de real valor para a Sociedade egípcia. A inundação anual do Nilo coincidia com o aparecimento, antes da alvorada, no horizonte oriental, nascimento da estrela Sirius, que servia para marcar o início do ano, cuja duração, de 354 dias, se dividia em 12 meses de 29 ou 30 dias, vinculados, assim, às fases da Lua e assim como na mesopotâmia era adicionado um mês a cada três ou dois anos.

Os egípcios, com tempo abandonariam os cálculos baseados na Lua e passariam a seguir pelo Sol, ou seja, pelas estações e o ano corresponderia a 365 dias. Os 12 meses estavam agrupados em três estações – Inundação, Germinação dos Campos e Colheita – de 4 meses cada facilitando assim a agricultura às margens do Nilo.

O calendário usado atualmente na maioria dos países é o calendário Gregoriano, que foi promulgado pelo Papa Gregório XIII, em fevereiro de 1582. O marco inicial é o nascimento de Jesus Cristo, no ano 0 a.C. O uso internacional deste calendário não tem motivações religiosas. Como a Europa era a maior exportadora de cultura na Idade Média, convencionou-se usar a marcação de dias estabelecida no Vaticano para facilitar o relacionamento entre as nações. É um calendário solar, ou seja, leva em consideração o ciclo solar. Como o ciclo solar

tem 365 e 6 horas, estas horas que “sobram” são acumuladas por quatro anos até serem suficientes para acrescentar um dia num ano, o chamado ano bissexto, que tem 366 dias.

### Questões

1- Por que os homens começaram a observar, de maneira sistemática, o céu?

---

---

---

---

2- Como os povos antigos construíram os primeiros calendários?

---

---

---

---

3- Durante a leitura do texto é possível perceber que a sociedade mesopotâmica e os egípcios criaram calendários semelhantes, qual o provável motivo que explica esse acontecimento?

---

---

---

---

4- Qual a importância dos calendários para as primeiras sociedades? e nos dias atuais?

---

---

---

---

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, O. F. O experimento didático-formativo: contribuições para a pesquisa em didática desenvolvimental. In: Encontro nacional de didática e prática de ensino, 17., 2014, Fortaleza. **Ebook**. Fortaleza, Ce: Eduece, 2015. p. 4645 - 4657. Disponível em: <[http://sites.pucgoias.edu.br/pos-graduacao/mestrado-doutorado-educacao/wp-content/uploads/sites/61/2018/05/Jos%C3%A9-Divino-Neves\\_-Marilene-Ribeiro-Resende.pdf](http://sites.pucgoias.edu.br/pos-graduacao/mestrado-doutorado-educacao/wp-content/uploads/sites/61/2018/05/Jos%C3%A9-Divino-Neves_-Marilene-Ribeiro-Resende.pdf)>. Acesso em: 08 out. 2020.
- BARBOSA, J. **Proposta de um modelo didático para estudar as fases da Lua e os eclipses**. 2016. 130 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2016.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação**. Ministério da Educação, 1997.
- EDUCARBRASIL (Belo Horizonte). **Geocentrismo X Heliocentrismo: evolução dos modelos para o cosmo. evolução dos modelos para o cosmo**. 2013. Material elaborado pelo portal EducarBrasil. Disponível em: <https://www.conteudoseducar.com.br/conteudos/arquivos/3172.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2021.
- DAVYDOV, Vasily Vasilyevich. **Problemas do Ensino Desenvolvimental: A Experiência da Pesquisa Teórica e Experimental na Psicologia**. Tradução de José Carlos Libâneo e Raquel A. M. da Madeira Freitas. 1988. Disponível em: [http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/5146/material/DAVYDOV%20TRADUÇÃO%20PROBLEMS%20OF%20DEVELOPMENTAL%20TEACHING%20\(Livro\).doc](http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/5146/material/DAVYDOV%20TRADUÇÃO%20PROBLEMS%20OF%20DEVELOPMENTAL%20TEACHING%20(Livro).doc). Acesso em: 19 jan. 2019.
- LIBÂNEO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, [s.l.], n. 27, p.5-24, dez. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-24782004000300002>.
- LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, A. M. M. Vygotsky, Leontiev, Davydov – três aportes teóricos para a teoria histórico-cultural e suas contribuições para a didática. In: congresso brasileiro de história da educação, 4. **Anais CBHE**. Goiânia, 2006. p. 1 - 10. Acesso em: 30 set. 2020.
- PAULA, R. N. F. **A Origem da contagem do Tempo**. Disponível: <<https://www.infoescola.com/historia/a-origem-da-contagem-do-tempo/>> Acesso em: 03. dez. 2018.
- ROSA, C. Augusto de Proença. **História da ciência: da antiguidade ao renascimento científico**, 2. ed. — Brasília: FUNAG, 2012.