

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO

**VICTOR SOUZA LYRA**

**PRÁTICAS DE OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA NO ENSINO MÉDIO: UMA  
PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA USO DE TELESCÓPIO REMOTO**

São Carlos

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO

**PRÁTICAS DE OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA NO ENSINO MÉDIO: UMA  
PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA USO DE TELESCÓPIO REMOTO**

**Victor Souza Lyra**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação (PPGPE) da Universidade Federal de São Carlos, no curso de Mestrado Profissional em Educação, como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sergio Bretones

São Carlos

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação

---

**Folha de Aprovação**

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Victor Souza Lyra, realizada em 17/03/2020:

---

Prof. Dr. Paulo Sérgio Bretones  
UFSCar

---

Prof. Dr. Marlon Caetano Ramos Pessanha  
UFSCar

---

Profa. Dra. Sílvia Calbo Aroca  
ASSER

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Paulo Sérgio Bretones Marlon Caetano Ramos Pessanha, Sílvia Calbo Aroca e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ão) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.

---

Prof. Dr. Paulo Sérgio Bretones

## Resumo

LYRA, V. S. **Práticas de observação astronômica no ensino médio**: uma proposta de sequência didática para uso de telescópio remoto. 2020. 83 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020.

Este trabalho trata da elaboração e implementação de um produto educacional na forma de uma Sequência Didática (SD) para alunos do ensino médio e visa à utilização de um telescópio remoto para traçar um caminho histórico, partindo da simples observação do céu a olho nu e chegando à observação remota através de um telescópio. Entende-se que é importante um trabalho como este, pois, no ambiente escolar, é dada maior ênfase à compreensão básica de termos e conceitos científicos, ficando em segundo plano a questão da compreensão da natureza da Ciência e de sua relação com a tecnologia e a sociedade. A SD toma como eixo norteador a história e a epistemologia da Ciência e envolverá o tema de observações astronômicas. Os alunos interessados em participar fizeram um curso de 10 aulas expositivas dialogadas, com a possibilidade de realizar observações astronômicas a olho nu e com o uso de alguns instrumentos e telescópios. O curso teve por finalidade oferecer aos alunos envolvidos uma visão de como o pensar e o fazer Ciência caminham junto com seus contextos históricos e culturais, relacionando o que se observava no céu com a própria maneira de enxergar o mundo em diferentes épocas. Foram explorados conceitos da história e epistemologia da Ciência como eixo norteador para o desenvolvimento da SD. Utilizando o “V” de Gowin numa perspectiva indutiva, fez-se a análise da SD para a validação dela, bem como o redesenho, ou *redesign*, completando o primeiro ciclo do processo iterativo da Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA). A partir dos comentários e questionamentos feitos pelos alunos durante o curso, transcritos neste trabalho, foi possível caracterizar a ocorrência de elementos da história e epistemologia da Ciência no decorrer da SD.

Palavras-chave: Telescópio remoto. Sequência Didática. História da Ciência. Epistemologia da Ciência.

## Abstract

LYRA, V. S. **Practices of astronomical observation in high school:** a proposal for a didactic sequence for using a remote telescope. 2020. 83 p. Dissertation (Master in Education) - Federal University of São Carlos, São Carlos, 2020.

This work deals with the elaboration and implementation of an educational product in the form of a Didactic Sequence (DS) for high school students and aims to use a remote telescope to trace a historical path, starting from the simple observation of the sky with the naked eye and achieve remote observation through a telescope. It is understood that work like this is important because, in the school environment, greater emphasis is placed on the basic understanding of scientific terms and concepts, leaving in the background the issue of understanding the nature of Science and its relationship with technology and the society. The DS takes the history and epistemology of Science as its guiding axis and will involve the topic of astronomical observations. Students interested in participating took a course of 10 expository classes dialogued, with the possibility of making astronomical observations with the naked eye and using some instruments and telescopes. The purpose of the course was to offer the students involved a vision of how science thinking and doing go hand in hand with their historical and cultural contexts, relating what was observed in the sky to the way of seeing the world at different times. Concepts of the history and epistemology of Science were explored as a guiding principle for the development of DS. Using Gowin's "V" in an inductive perspective, DS analysis was performed to validate it, as well as redesign completing the first cycle of the iterative process of the Teaching and Learning Sequence (TLS). From the comments and questions made by the students during the course, transcribed in this work, it was possible to characterize the occurrence of elements of the history and epistemology of Science during the DS.

Keywords: Remote Telescope, Didactic Sequence, History of Science, Epistemology of Science.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Telescópio e cúpula do Observatório Astronômico da UFSCar.....	15
Figura 2 – Cúpula do Observatório Astronômico da UFSCar.....	15
Figura 3 – Esquema representativo do losango didático .....	30
Figura 4 – Representação do processo iterativo .....	31
Figura 5 – Resumo dos elementos da história da Ciência e da epistemologia da Ciência .....	33
Figura 6 – Esquema da Sequência Didática .....	35
Figura 7 – O “V” de Gowin .....	44
Figura 8 – Caracterização indutiva e dedutiva do pensamento científico .....	46
Figura 9 – Processos indutivo e dedutivo de construção de conhecimento a partir do “V” de Gowin .....	46
Figura 10 – <i>Slide</i> sobre Ptolomeu apresentado durante a aula .....	53
Figura 11 – <i>Redesign</i> do esquema da Sequência Didática .....	71
Figura 12 – Medidor de altura angular simples .....	80

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Discussão dos modelos de Ptolomeu e Copérnico por meio de uma abordagem multicontextual da história da Ciência .....	20
Quadro 2 – Os dias da semana em alguns idiomas e a relação com os astros .....	37
Quadro 3 – Ocorrência de elementos da história da Ciência [H1] a [H7] e da epistemologia da Ciência [E1] a [E14] do primeiro ao quinto encontro .....	49

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>EMBASAMENTO TEÓRICO-METODOLÓGICO</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>A história da Ciência</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>A epistemologia da Ciência</b> .....	<b>22</b>
2.2.1	Obstáculos epistemológicos .....	24
2.2.1.2	A experiência primeira como obstáculo epistemológico .....	25
2.2.2.2	O conhecimento geral como obstáculo epistemológico .....	27
<b>2.3</b>	<b>A Sequência de Ensino e Aprendizagem</b> .....	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)</b> .....	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	<b>41</b>
<b>4.1</b>	<b>Tipo de pesquisa</b> .....	<b>41</b>
<b>4.2</b>	<b>O problema</b> .....	<b>42</b>
<b>4.3</b>	<b>Instrumento de coleta de dados</b> .....	<b>42</b>
<b>4.4</b>	<b>O “V” de Gowin como método de análise</b> .....	<b>42</b>
4.4.1	As perspectivas indutiva e dedutiva do “V” de Gowin .....	45
<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	<b>48</b>
<b>5.1</b>	<b>Princípios da história da Ciência</b> .....	<b>49</b>
<b>5.2</b>	<b>Princípios da epistemologia da Ciência</b> .....	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>69</b>
<b>6.1</b>	<b>Redesign</b> .....	<b>70</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>75</b>
	<b>APÊNDICE A – ROTEIRO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	<b>78</b>



## 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Para quem trabalha com educação em Ciências, não há nenhuma novidade em dizer que existem vários problemas a serem tratados sobre o ensino e aprendizagem de Ciências em diversos contextos. Essas questões podem ser encontradas na elaboração dos materiais didáticos, na formação de professores da área ou nas diferentes concepções que tanto alunos como professores podem apresentar sobre o que é Ciências e, por que não dizer também, sobre o que é a própria educação.

Dentro de meu<sup>1</sup> contexto como professor de Física do ensino médio e de Ciências do final do ciclo do ensino fundamental, destacou-se uma problemática que, a meu ver, estende-se para além da sala de aula, permeando o contexto social de forma mais geral. Trata-se da maneira como a Ciência é concebida no ambiente escolar, onde, geralmente, muitos alunos não vislumbram qualquer significado no aprendizado de determinados tópicos em diversas disciplinas, sobretudo em áreas como Física e Matemática.

Para muitos, a importância de aprender a desenvolver uma equação matemática em um determinado tópico da Física se resume à utilidade que esse conteúdo terá caso o aluno opte por qualquer curso na área de exatas no futuro. Ela também costuma ser vista em situações muito específicas, em que se pode usar certa equação física para prever uma situação cotidiana, como, por exemplo, a duração de uma viagem de carro de uma cidade para outra, evento que qualquer celular com Global Positioning System (GPS) hoje em dia resolve sem a necessidade de conhecimentos físicos do usuário. Sendo assim, não é de se espantar que os alunos não vejam sentido real nessa argumentação.

Entendo que não devemos, enquanto docentes, resumir nossas ações ao desenvolvimento de exercícios sobre diversos tópicos da Física ao longo do ensino, o que é visto em muitos livros didáticos, que simulam situações (por vezes absurdas) em que seria possível a aplicação de determinado conteúdo. Mas acredito sim na necessidade de nos depararmos com a vasta possibilidade de conteúdos por meio dos quais a Ciência, como método, permite que tenhamos uma melhor compreensão do mundo. Afinal, nascemos em uma sociedade cuja complexidade já foi dada há tempos, e ser um cidadão pleno implica compreender minimamente como esta sociedade se dá hoje.

Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) afirma que

---

<sup>1</sup> Neste capítulo introdutório, utilizo a primeira pessoa do singular, pois trato de minha vivência. Nos capítulos seguintes, a voz narrativa passa a ser ditada na terceira pessoa, ou seja, na forma impessoal.

[...] a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica. Espera-se, desse modo, possibilitar que esses alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum. (BRASIL, 2018, p. 321)

Já na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio, na parte referente à área da Matemática e suas tecnologias, o texto assinala que

a ideia da unidade da Matemática está subjacente às ideias e competências específicas para a Matemática no Ensino Médio. As práticas matemáticas, ou seja, como os integrantes de cada cultura ou grupo usam a Matemática, variaram muito ao longo dos tempos, dependendo das necessidades, visões de mundo, entre outros fatores, e continuam a variar. Dando suporte a essas práticas, existem conceitos e estruturas, por vezes utilizados sem explicitação, que fundamentam tais práticas.

Essa percepção da unidade da Matemática, além da diversidade de suas práticas, serve também para mostrar que o desenvolvimento da disciplina é fruto da experiência humana ao longo da história. Assim, ela não é um edifício perfeito que surgiu pronto da mente de poucos seres privilegiados, a fim de ser estudada para puro deleite intelectual. O desenvolvimento gradual desse campo do saber, por seres humanos inseridos em culturas e sociedades específicas, confere a ela valores estéticos e culturais, e fornece uma linguagem com a qual pessoas de diferentes realidades podem se comunicar, com precisão e concisão, em várias áreas do conhecimento. (BRASIL, 2018, p. 522)

Mesmo podendo encontrar esse tipo de abordagem em documentos oficiais como o BNCC tanto para o ensino fundamental quanto para o ensino médio, ainda existe uma resistência significativa de instituições escolares e professores para uma possível mudança de paradigma quanto ao que se denomina *ensino tradicional*. Segundo Tardif (2000 *apud* PESSANHA, 2017) e Gauthier (2013 *apud* PESSANHA, 2017), os professores acabam replicando as mesmas práticas dos professores que tiveram ainda enquanto alunos, seja devido à dificuldade inerente à própria profissão, seja em decorrência de falta de “criatividade” na ação didática. Viñao Frago (1998, p. 179 *apud* SFORNI, 2004, p. 51) também afirma que, na maioria das escolas, vigora o ensino por replicação, ou *marcha da classe*, a qual é definida pelos “[...] modos de atuar que, sedimentados ao longo do tempo, são adotados e interiorizados de um modo automático, não reflexivo, pelos professores e alunos.”

Sasseron (2015), ao discutir algumas ideias sobre “Alfabetização científica”, assume que ela se trata de um processo contínuo, que deve estar sempre em construção e ser considerada no planejamento e na avaliação da implementação das aulas. A autora delimita três “eixos

estruturantes da alfabetização científica” que surgiram da análise de referenciais da área de ensino de Ciências (SASSERON, 2015, p. 56).

Eles marcam grandes linhas orientadoras para o trabalho em sala de aula e transitam entre pontos canônicos do currículo de ciências e elementos que marcam a apropriação desses conhecimentos para ações em esferas extraescolares. Ainda que os três eixos estruturantes possam não se fazer presentes em todas as aulas, é necessário que eles sejam equitativamente considerados ao longo do desenvolvimento de um tema. Os três eixos são: (a) a compreensão básica de termos e conceitos científicos, retratando a importância de que os conteúdos curriculares próprios das ciências sejam debatidos na perspectiva de possibilitar o entendimento conceitual; (b) a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática, deflagrando a importância de que o fazer científico também ocupa espaço nas aulas de mais variados modos, desde as próprias estratégias didáticas adotadas, privilegiando a investigação em aula, passando pela apresentação e pela discussão de episódios da história das ciências que ilustrem as diferentes influências presentes no momento de proposição de um novo conhecimento; e (c) o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, permitindo uma visão mais completa e atualizada da ciência, vislumbrando relações que impactam a produção de conhecimento e são por ela impactadas, desvelando, uma vez mais, a complexidade existente nas relações que envolvem o homem e a natureza. (SASSERON, 2015, p. 56-57)

Quanto aos três eixos, entendo que o primeiro, por se tratar da compreensão básica dos termos e conceitos científicos, acaba sendo o mais fortemente implementado em grande parte das escolas nas séries do ensino médio. Assim, deixa-se em segundo plano a compreensão da natureza da Ciência e seus impactos na produção do conhecimento.

Segundo Constantinou (2010), é muito comum professores basearem suas aulas em materiais textuais, manuais de laboratório (que muitas vezes se apresentam como uma receita a ser replicada pelo aluno) e exercícios práticos. Muitas vezes, essa forma de trabalho pode se apresentar mais como uma barreira do que como um processo facilitador de aprendizagem, pois promove mais a memorização do que o pensamento crítico.

Argumentando a favor do *design* para o ensino e aprendizagem de Ciências, o autor afirma que existe uma crescente perspectiva de “inovação” nas atividades que divulgam, de forma um tanto quanto ingênua, uma visão de que Ciência é divertida. Tais projetos levam em conta a perspectiva de que a Ciência na escola é entediante e de que o remédio seria desenvolver atividades científicas divertidas, estimulantes e intrigantes. Tais iniciativas podem gerar um ponto de vista distorcido da criança sobre a Ciência, fornecendo a ela um entusiasmo inicial, porém temporário, que pode levá-la a um desapontamento e desespero assim que descobrir que a Ciência também exige persistência e perseverança. Ciência não é só divertida e, certamente, nem sempre é divertida. Ter um projeto que foca em gerar um significado para a Ciência é um caminho mais efetivo para a comunicação dela, tendo em vista que a “ciência é excitante por

ter um significado e não que a ciência tenha um significado por ser excitante.” (CONSTANTINO, 2010, p. 7, tradução nossa).

Creio que a Astronomia seja um terreno fértil para tentar alinhar um possível significado da Ciência com o interesse e curiosidade que muitas pessoas demonstram pela área. Além de trabalhar no ensino como professor, estou envolvido em atividades de extensão no âmbito da Astronomia. A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) adquiriu o telescópio que faria parte do projeto do Observatório Astronômico da UFSCar para fins de divulgação científica em 2008, ano em que se deu início a um grupo de Astronomia que integro desde então. Por meio dele, eu e os outros participantes promovemos palestras e atividades de observação astronômica em escolas e eventos. Porém, somente em outubro de 2015, o Observatório Astronômico da UFSCar foi oficialmente inaugurado com todo um aparato tecnológico para viabilizar o acesso remoto, mas ainda se fazem necessários ajustes e regulagem do equipamento e dos *softwares* de acesso remoto para pôr em prática todo seu potencial de funcionamento. Desde então, pensa-se em possíveis atividades a serem desenvolvidas com a comunidade utilizando-se do telescópio para observação remota.

Para Armstrong *et al.* (2018), existem basicamente quatro formas de obter dados para projetos em Astronomia: a maneira clássica, a observação remota, a robótica e a técnica de arquivamento. A forma clássica trata-se da aquisição de dados pelo pesquisador, que vai até o local onde se encontra o telescópio e o opera pessoalmente para obter seus dados. A observação remota se trata do uso de telescópios operados de um lugar remoto e em tempo real. Já um telescópio robótico envolve observações programadas sem que o operador necessariamente esteja utilizando o telescópio em tempo real (ARMSTRONG *et al.*, 2018).

No Observatório Astronômico da UFSCar, utilizamos a observação remota, uma vez que o acesso ao telescópio pode ser realizado em outro local e em tempo real. Dessa forma, faz-se necessária também a presença de um operador próximo ao telescópio para auxiliar com qualquer dúvida ou problema que ocorra durante a utilização remota do telescópio.

Segundo Slater *et al.* (2014), por quase duas décadas, a internet prometeu que muitos estudantes teriam acesso a observações astronômicas utilizando-se de telescópios remotos acessados via internet. Apesar de existirem alguns projetos muito bem-sucedidos, a maioria deles teve de limitar o número de estudantes que poderiam acessar os telescópios. Já nos últimos anos, a maior oferta de internet e a disponibilidade tecnologia de telescópios remotos e robóticos facilitaram essas observações e diminuíram os custos delas, de modo que mais alunos as tenham a seu alcance (SLATER *et al.*, 2014).

No Brasil, já existe um projeto chamado Telescópios na Escola<sup>2</sup> (TnE), coordenado pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP). O projeto teve início em setembro de 2005, com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Fundação Vitae e da Fundação de Ampara à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), com o objetivo de incentivar o ensino em Ciências com o uso de telescópios (AMORIM FILHO, 2017).

Um dos integrantes do projeto *TnE* trata-se do Telescópio Robótico Argus<sup>3</sup>, localizado no Observatório Abrahão de Moraes, do IAG/USP, em Valinhos/SP. Escolas podem solicitar o uso do Telescópio de forma remota para desenvolver atividades próprias ou alguma das atividades já sugeridas pelo observatório disponíveis no *site* em três diferentes níveis: iniciante, intermediário e avançado. As atividades vão desde simples observação de objetos variados — como galáxias, nebulosas, aglomerados, estrelas duplas e planetas —, passando por uma pequena atividade para medição de distâncias astronômicas, até a aquisição de dados e processamento de imagens para estimar a idade de aglomerados jovens e calcular deslocamentos e velocidades orbitais projetadas no plano do céu.

Fidêncio Neto (2017) apresenta algumas atividades que podem ser utilizadas em escolas por meio do Telescópio Argus. Na atividade com estrelas variáveis, busca-se observar repetidamente uma ou mais estrelas variáveis para que se construa um gráfico de seu fluxo e/ou magnitude em função do tempo e, com isso, determine-se o período de variabilidade e a amplitude da curva de luz da estrela. Tais parâmetros ainda podem ser explorados para a obtenção de outras grandezas astronômicas, dependendo do tipo de variável (FIDÊNCIO NETO, 2017).

Outra atividade proposta pelo autor possibilita que os alunos e os professores fotografem com o telescópio regiões específicas do céu diversas vezes e comparem as várias imagens do mesmo local em diferentes momentos para perceberem que um dos astros presentes na imagem se deslocou. Assim, mostra-se como é possível descobrir cometas e asteroides. O objetivo é despertar a curiosidade do aluno e incentivá-lo a se interessar pelo estudo do assunto (FIDÊNCIO NETO, 2017).

Amorim Filho (2017) também propõe atividades para medir o tamanho das crateras da Lua a partir de imagens obtidas, o que seria uma oportunidade para os alunos pensarem sobre questões de senso comum que envolvem perspectivas de nosso satélite, como “[...] a Lua[, que]

---

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>. Acesso em: maio 2020.

<sup>3</sup> Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/argus/index.php>. Acesso em: maio 2020.

influencia no crescimento das plantas e dos cabelos” (LANGHI; NARDI, 2012, p. 97 *apud* AMORIM FILHO, 2017, p. 62), além de ser um apoio para as disciplinas de Física e Matemática, devido à necessidade dos estudantes de se familiarizar com cálculos úteis à Astronomia, como raio, diâmetro, distâncias angulares etc. O autor também propõe uma atividade de imagens em falsa cor. Nelas, estão fotografados determinados objetos astronômicos mediante filtros pelo telescópio, possibilitando a atribuição de uma coloração artificial na imagem por meio de *softwares*. Segundo Amorim Filho (2017), tal atividade é muito importante para desconstruir a ideia de senso comum de que é possível observar um objeto astronômico com diversas cores olhando diretamente através de um telescópio, conforme proposto por Langhi e Nardi (2012, p. 103 *apud* AMORIM FILHO, 2017, p. 64).

No âmbito internacional, há uma série de publicações de artigos sobre o uso de telescópio robótico no contexto de pesquisa e educação divulgados no *Robotic Telescope, Student Research and Education Proceedings*<sup>4</sup> (RTSRE). Por exemplo, Salimpour *et al.* (2018) exploram a possibilidade de incorporar o uso de telescópios remotos, mais especificamente telescópios robóticos, em uma abordagem investigativa de *Inquiry-Based Learning* (IBL) no currículo regular de Ciência em vários países. Segundo os autores, o uso de telescópios robóticos parece se enquadrar com a perspectiva IBL e com o que os autores chamam de *Ciência autêntica* no contexto da sala de aula.

Salimpour *et al.* (2018) listam cinco projetos que implementam de forma autêntica na sala de aula o uso de telescópios robóticos em diferentes séries do ensino primário:

1. *Universe in the Classroom* (ROBERTS *et al.*, 2018).
2. *Charles Sturt University Remote Telescope Project* (MCKINNON, 2018 *apud* SALIMPOUR, 2018).
3. *Our Solar Siblings* (FITZGERALD *et al.*, 2018 *apud* SALIMPOUR, 2018).
4. *SPIRIT telescopes* (LUCKAS; GOTTSCHALK, 2018 *apud* SALIMPOUR, 2018).
5. *SkyNet Observe* (SkyNet, 2007 *apud* SALIMPOUR, 2018) and *SkyNetJunior Scholars* (SkyNet, [20--?] *apud* SALIMPOUR, 2018).

---

<sup>4</sup> Disponível em: <https://rtsre.net/ojs/index.php/rtsreconfproc>. Acesso em: maio 2020.

Tais projetos visam a engajar o estudante em adquirir maior interesse em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, além de fornecer uma autêntica experiência em Ciência.

Segundo Roberts *et al.* (2018), em 2015, o País de Gales foi o que menos pontuou em Ciência, com relação a todas as outras nações do Reino Unido, no estudo do *International Programme for Student Assessment* (PISA). Para melhorar o engajamento dos alunos nessa área, foi desenvolvido, em 2014, o projeto *Universe in the Classroom* (UitC), financiado pelo *Welsh Government's National Science Academy*, do governo galês, em parceria com *Cardiff University*, a organização sem fins lucrativos do observatório de Las Cumbres — *Las Cumbres Observatory* (LCO) — e o projeto global *Universe Awareness*. Um dos núcleos trabalhados pelo projeto UitC é a utilização de telescópio robótico em sala de aula, em que as escolas parceiras contavam com um tempo limitado de uso do telescópio LCO 40cm, compartilhado com todas as instituições de ensino envolvidas. Os alunos e os professores poderiam requisitar observações do céu noturno a partir de um computador ou *tablet* na sala de aula. De acordo com Roberts *et al.* (2018), os telescópios poderiam ser usados em sala de aula como uma ferramenta para aprimorar as atividades existentes, como planejar e realizar uma observação ou mesmo manipular dados coletados de uma sessão de observação realizada anteriormente.

Ainda no âmbito internacional, com relação a eventos organizados pela União Astronômica Internacional (*International Astronomical Union, IAU*)<sup>5</sup>, é possível encontrar alguns trabalhos sobre telescópios remotos e robóticos. Para Berthomieu (1998), a Astronomia tem feito crescer a curiosidade e passa a ser um campo privilegiado para a abordagem científica, uma vez que possibilita observar certas peculiaridades no céu, descrever uma aparência geral de seus movimentos, medir distâncias, coordenadas e ângulos, além de permitir a sugestão de modelos que se aproximam cada vez mais da realidade daquilo que observamos, podendo até mesmo evitar obstáculos matemáticos por meio de diversos dispositivos e modelos demonstrativos que proporcionam uma abordagem simplificada e convincente. O autor assume que imagens digitais são ferramentas eficientes para uma primeira experiência, pois facilitam a obtenção de certas medidas e exploram modelos numéricos de uma forma muito mais fácil.

Como parte da IAU, há também o *Las Cumbres Observatory Global Telescope Network*<sup>6</sup> (LCOGT), que está construindo uma rede global de telescópios que serão disponibilizados tanto para cientistas profissionais quanto para o público em geral, com o objetivo de inspirar o pensamento crítico mediante investigações científicas com telescópios

---

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.iau.org/>. Acesso em: maio 2020.

<sup>6</sup> Disponível em: <https://lco.global/>. Acesso em: maio 2020.

robóticos. Na maior parte do tempo, a rede estará disponível para o uso de cientistas, porém uma grande fração desse tempo será aberta para projetos de nível informal e de ciência cidadã. Em seu pleno funcionamento, o LCOGT conta com o uso de vários telescópios de 0.4 metros de diâmetro, operando para fornecer até 100 horas de uso a cada dia para projetos de ciência cidadã ao somar o tempo de uso diário de cada um desses telescópios (GOMEZ, 2012).

Para fins de observação remota, os telescópios devem estar adaptados com câmeras e outros aparatos no lugar das oculares. Ou seja, enquanto o telescópio está montado com esses aparatos, impossibilita-se a observação direta a olho nu através dele. No caso do Observatório Astronômico da UFSCar, onde o telescópio principal localizado na cúpula foi montado para fins de aquisição de imagens e observações remotas, torna-se inviável seu uso para observação direta com o público. E mesmo realizando-a em telescópios similares ao da cúpula, mas montados no terraço do observatório, o público tende a se mostrar um pouco frustrado por não poder olhar através do que está na cúpula, ainda que explicitado que as condições de observação direta tanto por este quanto pelo montado no terraço seriam praticamente as mesmas. É possível observar a forma como foi montado o telescópio dentro da cúpula do observatório na Figura 1.

Figura 1 – Telescópio do Observatório Astronômico da UFSCar



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Figura 2 – Cúpula do Observatório Astronômico da UFSCar



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Na montagem do telescópio remoto da UFSCar, houve uma preocupação maior em pensar em atividades que fossem além de demonstrar a utilização dele para fins astronômicos, que não apenas o usassem para obter dados específicos, como uma foto, para serem analisados, sem desconsiderar, em nenhum grau, a contribuição pedagógica desse tipo de prática no ensino de Astronomia. Buscava-se uma forma de aproveitar o potencial pedagógico de uma observação



astronômica que também traçasse previamente um caminho da construção histórica. Assim, a partir da simples observação do céu a olho nu, é possível chegar até uma observação remota através de um telescópio remoto, não se atendo necessariamente apenas à aplicação do uso do telescópio remoto, mas também resgatando como a Ciência, no âmbito da Astronomia, evoluiu para a utilização dele.

Concordando com essas preocupações, este trabalho pretende elaborar uma maneira de dar significado ao uso do telescópio remoto que não se resume a si mesma e não se limite a um experimento de utilização dele, mas que também forneça subsídios para que o aluno tenha uma visão mais crítica sobre a relação entre a Ciência e a forma como a humanidade tenta compreender o próprio mundo ao longo dos tempos. Para isso, pretendo, por meio de práticas de observação astronômica, apresentar ao estudante as motivações históricas que levaram a cultura ocidental à busca pela compreensão da dinâmica de movimento dos astros, passando pelo desenvolvimento de equações para esse fim e possibilitando ao aluno uma vivência simplificada da forma como se pratica Astronomia nos dias de hoje com a observação remota. Portanto, esta pesquisa visa a buscar um modo de fornecer um significado pedagógico ao uso do telescópio remoto no contexto da observação astronômica, considerando elementos da história e da epistemologia da Ciência.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO-METODOLÓGICO

O presente trabalho tem a intenção de desenvolver um curso com uma perspectiva pedagógica que dê um significado ao uso da observação remota sem resumir-lo apenas a um experimento. Também tem a preocupação de proporcionar ao aluno uma experiência gradativa a respeito das observações astronômicas. Para isso, parte de uma simples observação do céu a olho nu, passa por alguns instrumentos e, por fim, culmina na observação através de um telescópio remoto, levando em conta a importância da construção do processo histórico do conhecimento por meio do uso da história da Ciência.

Além disso, ao pensar no desenvolvimento de um curso cujo tema central é a observação astronômica, considerou-se o contexto histórico em que esta foi desenvolvida. Tal processo histórico do conhecimento passa também por uma evolução epistemológica do espírito científico, ou melhor, da forma como se concebe a própria Ciência ao longo de diferentes períodos.

### 2.1 A história da Ciência

Segundo Prestes e Caldeira (2009), a partir da década de 1970, houve um aumento significativo do interesse em explorar as componentes históricas, filosóficas, sociais e culturais da Ciência, no intuito de promover uma formação que superasse a demarcação entre o ensino de conteúdos científicos e seus contextos de produção. Em 1989, a *First International Conference on History and Philosophy of Science and Science Teaching* impulsionou ainda mais uma integração entre os profissionais das áreas de História, Filosofia e Ciências e os dos campos da Física, da Biologia e da Química. Já em 1992, surgiu o periódico *Science & Education: Contributions from History, Philosophy and Sociology of Science and Mathematics*, dedicado às abordagens históricas, filosóficas e sociológicas no ensino e aprendizagem de Ciências e Matemática.

Michael Matthews (1994 *apud* PRESTES; CALDEIRA, 2009), fundador do *Science & Education*, sinaliza diversos argumentos, presentes nas literaturas, favoráveis à inclusão do componente histórico nos programas curriculares de Ciências. O autor alega que a História é necessária para entender a natureza da Ciência, promove melhor compreensão dos conceitos e métodos científicos, neutraliza o cientificismo e dogmatismo, encontrados frequentemente nos manuais de ensino de Ciências e nas aulas, pelo exame da vida e da época de pesquisadores

individuais e humaniza a matéria científica, tornando-a menos abstrata e mais interessante aos alunos. Além disso, episódios importantes da história da Ciência e cultura — a revolução científica, o darwinismo, a descoberta da penicilina etc. — deveriam ser familiares a todo estudante (MATTHEWS, 1994 *apud* PRESTES; CALDEIRA, 2009).

No Brasil, Roberto Martins (2006, p. 3) reforça:

Os estudantes (de todos os níveis), seus professores e o público em geral possuem uma grande variedade de concepções ingênuas, mal fundamentadas e, afinal, falsas, sobre a natureza das ciências e sua relação com a sociedade (GIL-PÉREZ et al., 2001; FERNÁNDEZ et al., 2002). Alguns concebem a ciência como “a verdade”, “aquilo que foi provado” – algo imutável, eterno, descoberto por gênios que não podem errar. É uma visão falsa, já que a ciência muda ao longo do tempo, às vezes de um modo radical, sendo na verdade um conhecimento provisório, construído por seres humanos falíveis e que, por seu esforço comum (social), tendem a aperfeiçoar esse conhecimento, sem nunca possuir a garantia de poder chegar a algo definitivo.

O autor também pondera que o ensino comum das Ciências não deve ser substituído pela história das Ciências, mas esta sim deve complementá-lo de várias formas. Com o estudo adequado de alguns episódios históricos, é possível compreender melhor a inter-relação entre a Ciência, a tecnologia e a sociedade, e notar que a Ciência não está isolada de todas as outras, mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico e cultural de um mundo humano, tanto influenciando como sofrendo influências de muitos aspectos da sociedade (MARTINS, 2006).

Nesse sentido, a produção da Sequência Didática (SD) tentará utilizar-se da história da Ciência para desenvolver sua epistemologia. Apresentará ao aluno como os fatores históricos e culturais na sociedade influenciaram e foram influenciados pelos pensamentos científicos de sua época. Também exporá as motivações vigentes para desenvolver estudos sobre os astros em diferentes períodos da história, sobretudo na cultura ocidental.

Moura e Silva (2014) apresentam uma Abordagem Multicontextual da História da Ciência (AMHIC) como uma proposta para o ensino de conteúdos históricos na formação de professores, assumindo a importância da incorporação desses conteúdos como potencial contribuição para o aprendizado de conceitos e ideias científicas. Tal abordagem é constituída de episódios históricos definidos como um conjunto de acontecimentos relacionados entre si, dependentes ou independentes, que tenham um aspecto central em comum. Dessa forma, diferentes encadeamentos podem ser classificados como um episódio histórico, sejam esses episódios os que ocorrem num curto período, os que envolvem um pequeno número de indivíduos ou mesmo os que relacionam ideias de diversas pessoas ao longo de décadas (MOURA; SILVA, 2014).

Segundo Moura e Silva (2014), é possível explorar episódios históricos em sala de aula a partir de três tipos de contextos de análise, pensados numa perspectiva de investigação para juntos darem significados ao episódio. Os contextos podem ser: científico, metacientífico e pedagógico.

O contexto científico pode ser dividido em duas vertentes indissociáveis: a prática e a teórica. Elas analisam os principais conceitos científicos presentes nos episódios históricos. A prática explora aspectos experimentais; e a teórica aborda os aspectos conceituais. Moura e Silva (2014, p. 338) ressaltam que “esta separação é apenas aparente e colocada para delinear vertentes que consideramos importantes em uma abordagem contextualizada da história da ciência.” Leva-se em conta que as duas são interdependentes na construção da Ciência.

O contexto metacientífico analisa aspectos epistemológicos, filosóficos, sociológicos e culturais. Eles podem ser considerados “discussões sobre o fazer científico, o papel da ciência na sociedade, a relação entre ciência e sociedade, o complexo entrelaçamento entre experimentação e teoria, entre outros pontos.” (MOURA; SILVA, 2014, p. 338)

Na perspectiva da formação do professor, os autores afirmam:

O aprendizado destes aspectos pode favorecer o surgimento de um olhar mais apurado do futuro professor sobre a natureza da ciência. Ao estudar o contexto metacientífico o futuro professor pode adquirir subsídios para entender as influências sofridas e exercidas pela ciência, a função da imaginação no trabalho dos cientistas, o papel de questões ideológicas, políticas e religiosas dos cientistas no desenvolvimento, aceitação e divulgação de suas teorias, entre outros. Por sua vez, o contexto pedagógico é constituído de momentos que fomentam a construção de saberes didático-pedagógicos para que o licenciando desenvolva uma atitude crítico-transformadora em sua futura prática docente; trata-se de olhar para a historicidade do conhecimento com o viés da sala de aula. (MOURA; SILVA, 2014, p. 338)

O contexto pedagógico é o momento que o docente utiliza para construir um conjunto de saberes didático-pedagógicos a fim de trabalhar com a história da Ciência no ensino. Trata-se do cerne da abordagem multicontextual da história da Ciência, pois proporciona ao docente elementos para pensar sobre suas próprias atitudes e posturas como professor, colocando-se sob um ponto de vista mais crítico quanto à sua maneira de lecionar, permitindo um aprimoramento desta (MOURA; SILVA, 2014).

Apesar de o texto dos autores ter um foco na formação do professor, é possível pontuar relações que ajudam a estruturar a história da Ciência como base para a elaboração de um curso de observação astronômica ao delimitar três contextos de análise: científico, metacientífico e pedagógico. Os autores dividem o contexto científico em duas vertentes indissociáveis: a

prática e a teórica. Tomam como exemplo uma discussão com os alunos sobre o problema das “laçadas” que o movimento dos planetas apresentava no céu, juntamente com os diferentes modelos propostos por Ptolomeu e Copérnico como explicação da causa desse movimento. E indicam que é possível desenvolver uma relação entre a vertente teórica da dimensão científica, que aborda os aspectos conceituais das teorias de cada pensador, com o contexto metacientífico ao debater a conjuntura sociocultural em que cada um estava envolvido em sua época para tecer um pensar científico em torno do geocentrismo (no caso de Ptolomeu) enquanto outro o faz acerca do heliocentrismo (no caso de Copérnico).

Essa ideia pode ser explorada neste trabalho ao desenvolver tais relações entre os modelos propostos por Ptolomeu e Copérnico contextualizando-os com a visão geocêntrica e heliocêntrica. Isso é mostrado no Quadro 1, elaborado com base no texto de Moura e Silva (2014).

Quadro 1 – Discussão dos modelos de Ptolomeu e Copérnico por meio de uma abordagem multicontextual da história da Ciência

Contexto científico	Vertente Teórica	- Geocentrismo como base norteadora dos modelos de movimento dos astros.
		- Heliocentrismo como base norteadora dos modelos de movimento dos astros.
	Vertente Prática	- Previsibilidade do movimento dos astros.
		- Uso de modelos matemáticos que prevejam a posição dos astros.
Contexto metacientífico		- Influência de concepções filosóficas e religiosas para a elaboração de um modelo.
		- Aceitação de modelos que podem ressignificar a forma de conceber o mundo.
Contexto pedagógico		- Discussão sobre como os contextos históricos, culturais e sociais relacionam-se com a construção do saber científico.
		- Discussão sobre como novos modelos de movimento dos astros influenciam também os contextos históricos e culturais da sociedade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A construção de conceitos científicos leva em conta a influência de fatores, sociais, culturais e políticos como características inerentes ao fazer científico. Pode-se problematizar a elaboração de tais conceitos na aceitação ou rejeição de ideias científicas ao analisar seus

processos de recepção, propagação ou até mesmo a negação pela comunidade científica. Além disso, uma abordagem problematizadora pode contribuir para um afastamento das formas mais tradicionais de se tratar da história da Ciência, geralmente pautadas na apresentação apenas cronológica de informações sobre os fatos históricos (MOURA; SILVA, 2014).

Para Guerra *et al.* (1998), o ensino secundário é um lugar privilegiado para desenvolver uma formação consistente para servir aos alunos como um instrumento para a compreensão da realidade. Porém, existe uma extrema compartimentalização do conhecimento em disciplinas isoladas, o que produz nos estudantes uma falsa impressão de que tanto o conhecimento quanto o próprio mundo são fragmentados (GUERRA *et al.*, 1998).

Na tentativa de superar tal compartimentalização, é comum tentar um ensino interdisciplinar. Para Guerra *et al.* (1998), tal proposta pode ser concretizada basicamente por meio dois aspectos. Um deles é um tema gerador único, a ser trabalhado por diferentes disciplinas, sendo este o mais comum. O outro envolve uma abordagem que privilegie a compreensão da produção do conhecimento. Guerra *et al.* (1998) entendem a segunda forma como a mais interessante delas, podendo propiciar aos alunos uma maior compreensão da realidade.

A excessiva preocupação com o aprendizado dos conceitos pelos conceitos deixa em segundo plano o porquê de os alunos deverem aprendê-los. Portanto, é fundamental apresentar o conteúdo para os alunos de forma que estes compreendam que ele faz parte de uma construção de homens inseridos na história. Cabe, então, à escola secundária desmistificar a visão do conhecimento enquanto fim em si mesmo, dando espaço para a problematização de todo e qualquer conhecimento (GUERRA *et al.*, 1998).

Como afirmam Guerra *et al.* (1998), a Ciência moderna é fruto de um processo histórico em que a Matemática e a experimentação foram incorporadas à Ciência. Tendo em vista que boa parte do ensino médio contempla esse período histórico, os alunos devem compreender o contexto em que todo esse conhecimento foi produzido. As respostas dadas pelos homens ao longo da história estão ligadas ao ambiente cultural e aos problemas com que se deparam no período em que vivem, cada qual com suas afetividades e suas subjetividades especulam filosoficamente.

Tomando a observação astronômica como tema central, torna-se possível construir um elo entre os conhecimentos científicos desenvolvidos em diferentes épocas com seus respectivos contextos históricos e culturais. Isso produz subsídios para que os alunos reflitam sobre a própria formação desse saber.

## 2.2 A epistemologia da Ciência

Na intenção de mostrar o potencial do pensamento científico abstrato, Bachelard (1996) procura distinguir três grandes períodos que revelam distintas etapas históricas. O primeiro compreende desde a Antiguidade clássica até o século XVIII, passa também pelos séculos XVI e XVII do renascimento e das novas buscas, representa o *estado pré-científico*. O segundo teve seu estado inicial no final do século XVIII e se estendeu por todo o século XIX, representa o *estado científico*. Por fim, o último, denominado de *novo espírito científico*, começa em 1905 com a Relatividade de Einstein, que deforma conceitos primordiais, até então considerados como fixos para sempre (BACHELARD, 1996).

O *estado científico* pode ser observado como um nível quase intermediário, o que possibilita uma melhor maturação para o *novo espírito científico*. Porém, o autor assume que, mesmo depois de superado o *estado científico*, aspectos do pensamento do *estado pré-científico* ainda se mantêm presentes.

É imensa a distância entre o livro impresso e o livro lido, entre o livro lido e o livro compreendido, assimilado, sabido! Mesmo na mente lúcida, há zonas obscuras, cavernas onde ainda vivem sombras. Mesmo no novo homem, permanecem vestígios do homem velho. Em nós, o século XVIII prossegue sua vida latente; infelizmente, pode até voltar. (BACHELARD, 1996, p. 10)

Para o autor, a via psicológica normal do pensamento científico se inicia na imagem, ou seja, na observação empírica de um fenômeno para depois seguir para a geometrização deste e, por fim, para sua abstração. Na tentativa de uma melhor elaboração dessa via, o autor define três estados para o espírito científico pelos quais a formação individual do espírito científico passaria necessariamente: o primeiro é o *estado concreto*; o segundo é *estado concreto-abstrato*; e o terceiro é *estado abstrato*.

O *estado concreto* refere-se ao pensamento que se entretém com as primeiras imagens de um determinado fenômeno. Exalta a Natureza tanto pela curiosidade de sua rica diversidade quanto pela forma como se apresenta como unidade do mundo.

O *estado concreto-abstrato* não se retém apenas à observação do fenômeno, mas acrescenta à experiência física uma geometrização dele por meio de uma filosofia da simplicidade. Porém, apesar do esforço para traduzir o fenômeno em esquemas geométricos, ainda há o sentimento de segurança apoiado em sua abstração, embasado em uma intuição que possa ser acessada mediante os sentidos. Em outras palavras, qualquer modelo matemático (ou

geométrico, fazendo jus a seu tempo) que explique de forma mais simples o fenômeno somente terá credibilidade se não contradizer qualquer percepção que nossos sentidos possam acessar.

O *estado abstrato* é aquele em que o espírito científico adota informações voluntariamente desligadas da experiência imediata. A credibilidade dessas informações não precisa necessariamente estar ligadas de modo direto à intuição sensível, muitas vezes, até gera polêmica com a realidade primeira.

Para Bachelard (1996), existem ainda basicamente três tipos de *interesses* que constituem o aspecto afetivo da cultura intelectual. E o primeiro dever do educador seria criar e manter um interesse vital pela pesquisa desinteressada, interesse esse que não se confunde com um entusiasmo fácil, mas sim com a força da *paciência científica*. Sem ele, a paciência se tornaria sofrimento. Deve-se, então, acrescentar à lei dos três estados do espírito científico uma espécie de lei dos três estados de alma, caracterizados por esses interesses.

A *alma pueril ou mundana* seria o interesse animado pela curiosidade ingênua que surge a partir de um fenômeno instrumentado. Inicia-se quase como uma brincadeira com a Física para se distrair, e pode se tornar um pretexto para uma atitude mais séria.

A *alma professoral* teria seu interesse dedutivo. Está estagnada ainda em sua primeira abstração e zela por sua ligação com o dogmatismo. Repete ano após ano seu conhecimento e impõe suas demonstrações. É sustentada, muitas vezes, pela comodidade da autoridade.

Por fim, há a *alma com dificuldade de abstrair e de chegar à quintessência*. Ela se entrega aos interesses indutivos imperfeitos sem um estável suporte experimental. E apesar de totalmente segura do dever que é a própria abstração, torna-se perturbada pela dúvida do direito particular à abstração.

Cabe, então, à filosofia científica

psicanalisar o interesse, derrubar qualquer utilitarismo por mais disfarçado que seja, por mais elevado que se julgue, voltar o espírito do real para o artificial, do natural para o humano, da representação para a abstração. Talvez em nenhuma outra época o espírito científico tenha tido tanta necessidade de ser defendido quanto hoje, de ser ilustrado [...]. Mas essa ilustração não se pode limitar à sublimação das diversas aspirações comuns. Ela tem de ser normativa e coerente. Tem de tornar claramente consciente e ativo o prazer da estimulação espiritual na descoberta da verdade. Tem de modelar o cérebro com a verdade. O amor pela ciência deve ser um dinamismo psíquico autógeno. No estado de pureza alcançado por uma psicanálise do conhecimento objetivo, *a ciência é a estética da inteligência*. (BACHELARD, 1996, p. 13, grifo do autor)

Para o autor, a experiência comum não é construída, mas, tratando-se apenas de uma relação direta com o que nos é sensível, passa a ser, no máximo, a justaposição de diversas



observações. Por esse motivo, a experiência comum não pode ser efetivamente verificada, não sendo possível a criação de uma lei que confirme de maneira científica sua verdade. Para isso, seria necessário confrontá-la com diversos pontos de vista. Portanto, para pensar uma experiência, deve-se mostrar a coerência de um pluralismo inicial (BACHELARD, 1996).

### 2.2.1 Obstáculos epistemológicos

Ao refletir sobre as condições psicológicas do progresso da Ciência, o problema do conhecimento científico deve ser percebido em termos de obstáculos, que proporcionam uma inércia ou até mesmo retrocesso ao não se reconhecer a lentidão e os conflitos inerentes que surgem dentro do próprio progresso científico. Para Bachelard (1996), os obstáculos epistemológicos são as dificuldades que o próprio pensamento pode apresentar na superação de uma ideia preestabelecida do conhecimento, ou seja, o conhecimento em si não necessariamente pode se tratar de um obstáculo epistemológico, mas sim a forma como tal saber é construído e utilizado. “O pensamento empírico torna-se claro *depois*, quando o conjunto de argumentos fica estabelecido. Ao retomar um passado cheio de erros, encontra-se a verdade num autêntico arrependimento intelectual.” (BACHELARD, 1996, p. 17, grifo do autor).

Para Bachelard (1996, p. 18, grifo do autor), “a opinião *pensa* mal; não *pensa: traduz* necessidades em conhecimentos.” É impossível nos desvincularmos totalmente de conhecimentos habituais. E, quando nos deparamos com a tentativa de interpretar o real, aquilo que temos convicção de saber com clareza ofusca o que, na verdade, deveríamos saber. Dessa forma, o espírito científico não pode permitir que tenhamos uma opinião sobre uma questão que não sabemos formular com transparência.

É necessário que exista uma pergunta bem formulada para que haja um conhecimento científico sobre o assunto em questão. E algumas vezes, chega o momento em que se prefere respostas que confirmam o que supostamente se sabe, e não aquilo que, na realidade, contradiz esse saber. Então, dá-se preferência às respostas, em vez de priorizar as próprias perguntas. Assim, cessa-se o conhecimento científico, dominando apenas o instinto conservativo. Esse movimento é um obstáculo epistemológico, pois se torna incrustado no conhecimento não questionado.

Com o surgimento de crises no crescer do pensamento, faz-se necessária uma total reorganização do sistema de saber. E tal noção de obstáculo epistemológico pode ser estudada tanto no desenvolvimento histórico do próprio pensamento científico quanto em sua prática

como educação. Para Bachelard (1996, p. 22), “é sobretudo ao aprofundar a noção de obstáculo epistemológico que se confere pleno valor espiritual à história do pensamento científico.”

Segundo Bachelard (1996, p. 23), a noção de obstáculo pedagógico também é desconhecida no âmbito da educação:

Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda. Poucos são os que se detiveram na psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão. [...] Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de *adquirir* uma cultura experimental, mas sim de *mudar* de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana.

Cabe, então, destacar duas ideias de obstáculos epistemológicos concebidos por Bachelard: a *experiência primeira* e o *conhecimento geral*.

#### 2.2.1.2 A experiência primeira como obstáculo epistemológico

Sendo a crítica um elemento necessariamente integrante do espírito científico, Bachelard (1996) define como o primeiro obstáculo a experiência primeira, a qual é colocada antes e acima da crítica. Tendo em vista que a crítica não pode intervir de modo explícito, a experiência primeira não pode ser considerada uma base segura para o pensamento científico.

O obstáculo se dá quando o pensamento fica preso à primeira observação de um determinado fenômeno, muitas vezes fortemente ligado aos sentidos. Assim, a explicação do referido fenômeno quase se restringe à constatação do que foi observado, em vez de ser constituída por uma análise mais apurada do fenômeno em si. Tal ligação com os sentidos se mostra uma filosofia fácil ao afirmar, segundo Bachelard (1996, p. 29, grifo do autor), “receber suas lições diretamente do *dado* claro, nítido, seguro, constante, sempre ao alcance do espírito totalmente aberto.” Nesse sentido, o autor afirma que:

[...] o espírito científico deve formar-se *contra* a Natureza, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e a informação da Natureza, contra o arbatamento natural, contra o fato colorido e corriqueiro. O espírito científico deve formar-se enquanto se reforma. Só pode aprender com a Natureza se purificar as substâncias naturais e puser em ordem os fenômenos baralhados. A própria psicologia tornar-se-ia científica se fosse discursiva como a física, se percebesse que, dentro — como fora — de nós, compreendemos a Natureza quando lhe oferecemos resistência. (BACHELARD, 1996, p. 29, grifo do autor)

O pensamento pré-científico procura a variedade do fenômeno e não a variação deste. Busca estabelecer uma relação entre o fenômeno e suas propriedades de primeiro aspecto. Assim, sempre impõe um maior valor à abstração do que vem do natural em relação ao conhecimento desenvolvido pelo próprio homem, ou tido como artificial.

Na formação do espírito pré-científico, existe certa racionalização prematura que expressa uma vontade de ter razão. Ela não leva em consideração qualquer prova explícita, dá um valor declarativo primordial para o fato e, assim, escapa à discussão sobre a própria interpretação desse fato. Quando é feita essa adesão ao fato, torna-se mais difícil o conhecimento objetivo, pois nenhuma experiência nova e nenhuma crítica parecem poder dissolver certas afirmações primeiras (BACHELARD, 1996).

Bachelard (1996) cita como exemplo um livro publicado, em Paris, em 1781, do autor Charles Rabiqueau (engenheiro-óptico do Rei), intitulado *O microscópio moderno para deslindar a natureza pelo filtro de um novo alambique químico*, no qual a experiência realizada com um espelho côncavo é generalizada para outro âmbito. Nele, consta que o Sol possui apenas 5 léguas (aproximadamente 24 quilômetros) de diâmetro, a Lua não se trataria de um corpo, mas sim do reflexo do fogo solar na abóbada que reveste o céu, e as estrelas seriam “apenas a fratura estridente de nossos raios visuais sobre diversas bolhas aéreas.” (RABIQUEAU, 1781, p. 228 *apud* BACHELARD, 1996, p. 35).

Percebemos, então, a ênfase dada à constatação do olhar primeiro, da subjetividade predominante. É necessário corrigi-lo para abrir a possibilidade de compreender, de forma objetiva, o conceito de estrela, de modo que este se torne indiferente ao olhar que a contempla. Portanto, “o espírito científico deve lutar sempre contra as imagens, contra as analogias, contra as metáforas.” (BACHELARD, 1996, p. 48).

Como já mencionado na subseção 2.2, há uma distância muito grande entre o conhecimento disponível e o saber compreendido. E o pensamento do estado pré-científico ainda se mantém latente mesmo em mentes mais lúcidas nos tempos de hoje (BACHELARD, 1996). Um exemplo contemporâneo é a concepção da Terra plana, uma vez que se conclui que o planeta Terra é plano a partir do que é diretamente observável, como o mar ao horizonte, não sendo possível enxergar alguma curvatura, conclui-se que a Terra há de ser plana.

Segundo Bachelard (1996, p. 68, grifo do autor), cabe, então, ao educador

[...]destacar sempre o observador de seu objeto, defender o aluno da massa de afetividade que se concentra em certos fenômenos rapidamente simbolizados e, de certa forma, *muito interessantes*. [...] Ao espetáculo dos fenômenos mais

interessantes, mais espantosos, o homem vai naturalmente com todos os seus desejos, com todas as suas paixões, com toda a alma. Não é pois de admirar que o primeiro conhecimento objetivo seja um primeiro erro.

Viu-se, nesta subseção, a experiência primeira como um dos dois obstáculos anteriormente mencionados. A seguir, discorrer-se-á sobre o outro desafio.

#### 2.2.2.2 O conhecimento geral como obstáculo epistemológico

O conhecimento geral — que parte da observação de um fenômeno e tenta, de forma um tanto ingênua e descuidada, utilizá-lo como referência para a compreensão ou mesmo para a explicação de outro — já foi um método que teve seu papel no âmbito da construção do pensamento científico. Porém, segundo Bachelard (1996, p. 69, grifo do autor), “nada prejudicou tanto o progresso do conhecimento científico quanto a falsa doutrina do *geral*.”

Há um perigoso prazer intelectual na facilidade apressada da generalização; ao conhecer um fenômeno mais geral, vale-se dele para tentar atingir a compreensão de tudo. Nesse movimento, o pensamento busca seu objeto na natureza como se este estivesse pronto para ser encontrado, porém, na realidade, é a própria Ciência que constrói seus objetos (BACHELARD, 1996).

Bachelard (1996) utiliza como exemplo o pensamento aristotélico que relaciona a queda dos corpos ao lugar natural que as substâncias ocupam, ou seja, considera que toda substância sólida imbuída de seu elemento terra retorna ao centro do mundo, pois este é seu lugar natural. Com isso, seria explicada a queda dos corpos como seu retorno a seu lugar natural. Ainda assim, materiais mais leves — como a fumaça, o vapor ou o fogo — também iam ao encontro de seu lugar natural, que se estabelecia em regiões mais externas do centro do mundo, assim se explicava o fato de a fumaça, o vapor ou o fogo subirem ao invés de caírem.

Porém, ainda segundo Bachelard (1996), os professores de Filosofia do século XIX ensinavam que todos os corpos caem, sem exceção, estabelecendo, assim, a doutrina da gravitação ao generalizar o fenômeno de queda dos corpos e ignorando uma avaliação mais precisa do fenômeno. Com isso, é possível também perceber que os estágios pedagógicos do pensamento generalizado não são totalmente correspondentes aos estágios históricos.

Ao realizar uma experiência no vácuo, é possível chegar a uma lei mais rica, em que, “no vácuo, todos os corpos caem à mesma velocidade” (Bachelard, 1996, p. 71). Porém, mesmo se tratando de um enunciado útil com a base real de um empirismo exato, essa forma geral bem

constituída pode entravar o pensamento científico e provocar uma inércia por conta de tal generalização, fazendo o pensamento se sentir satisfeito, determinando quase um acordo verbal de suas definições: *todos os corpos caem*. Cria-se, então, uma aceção de valores ao próprio fenômeno; e para o conhecimento objetivo, deve-se resistir a toda valorização. Segundo Bachelard (1996, p. 81), “deve[-se] não apenas transmutar todos os valores; mas também expurgar radicalmente de valores a cultura científica.”

Essas afirmações afastam o fenômeno de sua própria “matematização” para uma melhor e mais detalhada compreensão dele. Para o autor,

com a satisfação do pensamento generalizante, a experiência perdeu o estímulo. [...] Com o conhecimento muito geral, a zona de desconhecimento não se resolve em problemas precisos.

Em suma, mesmo seguindo um ciclo de *ideias exatas*, percebe-se que a generalidade imobiliza o pensamento, que as variáveis referentes ao aspecto geral ofuscam as variáveis matemáticas essenciais. (BACHELARD, 1996, p. 72, grifo do autor)

Para Bachelard (1996), o pensamento pré-científico fechou-se no conhecimento geral e aí quer permanecer, contendo certo desdém pelo pormenor e desprezo pela precisão. Ainda assim, não se pode antagonizar em absoluto com o conhecimento geral, prendendo-se apenas nas minúcias e detalhes de um determinado fenômeno. É preciso encontrar o equilíbrio por meio do qual a generalização do fenômeno começa a encontrar problemas e contradições, tornando necessária uma elaboração mais objetiva dele.

Em contraponto, o cientista contemporâneo, ao se deparar com o fenômeno, baseia-se em uma compreensão matemática de seu conceito, esforçando-se para equiparar a razão e a experiência. Não basta generalizar a reunião de objetos mais ou menos análogos; é na exatidão e coerência dos atributos que se consegue a objetividade (BACHELARD, 1996). Conforme Bachelard (1996, p. 89), “[...] o que limita o conhecimento é, muitas vezes, mais importante para o progresso do pensamento do que aquilo que estende vagamente o conhecimento.” Para um conhecimento ser científico, deve ser apresentado com suas condições de determinação precisas, pois o conhecimento geral trata-se, muitas vezes, apenas de um saber vago (BACHELARD, 1996).

### 2.3 A Sequência de Ensino e Aprendizagem

Levando em conta o que foi apresentado nas subseções anteriores, buscou-se uma forma de conectar tais elementos num contexto que envolvesse uma prática pedagógica na forma de um curso de curta duração. Nesse sentido, este trabalho dedicou-se à elaboração de uma Sequência Didática (SD). O desenvolvimento dela foi inspirado nas Sequências de Ensino e Aprendizagem (SEA) apresentadas a seguir.

Por volta da década de 1980, surgiram notáveis linhas de investigação envolvendo o desenho e a implementação de sequências de ensino que não visam a uma implementação de longo prazo dentro do currículo, mas sim em tópicos orientados para o ensino de Ciências. (MÉHEUT; PSILLOS, 2004). Segundo Rodríguez (2012, p. 12)<sup>7</sup>,

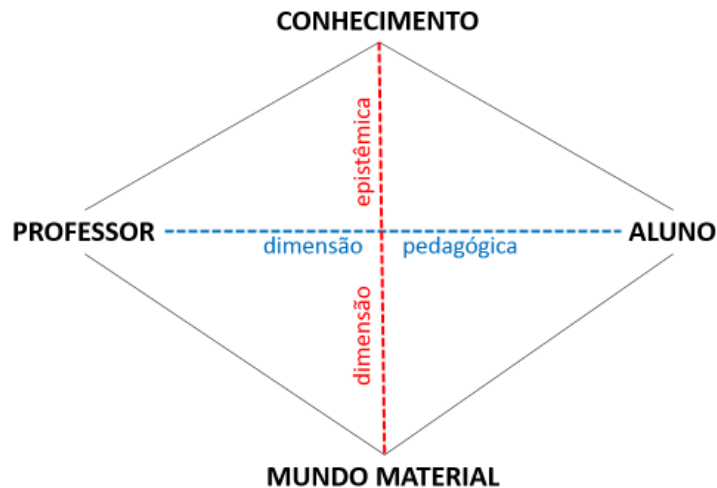
O termo sequência de ensino e aprendizagem [...] foi introduzido após um simpósio internacional sobre desenho e validação de SEAs em uma perspectiva de pesquisa, que ocorreu em Paris no ano de 2000. Uma edição especial do periódico *International Journal of Science Education* do ano de 2004 reuniu uma boa parte das contribuições dos autores que participaram do congresso. Atualmente, este termo é utilizado mais amplamente para denotar uma sequência de atividades de ensino e aprendizagem sobre um determinado conteúdo inspirado nos resultados de pesquisa.

Méheut e Psillos (2004), ao estudarem diversas publicações, de diferentes países, a respeito da Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA), distinguem como característica dela a relação que se elabora em torno da perspectiva científica e do ponto de vista do aluno. Esse vínculo pode ser representado pela ideia de losango didático, no qual há um eixo que liga o conhecimento científico e o mundo material (dimensão epistêmica) e outro eixo que conecta a interação entre professor e aluno (dimensão pedagógica), como mostra a Figura 3.

---

<sup>7</sup> Um excerto da tese de Rodrigues (2012) foi traduzido do idioma catalão para o português pelo Prof. Márlon Pessanha. Ele utilizou a versão traduzida em disciplinas que ministrou na graduação e na pós-graduação. A versão traduzida foi disponibilizada ao autor desta dissertação diretamente pelo tradutor.

Figura 3 – Esquema representativo do losango didático



Fonte: Adaptado de Méheut e Psillos (2004).

Os autores também discutem a importância de se ter claro qual será o conteúdo a ser tratado em uma atividade de ensino e aprendizagem ou o que é “elementar” na condução dela, pois todo o processo de elaboração (ou desenho) da própria atividade será trabalhado em torno desse “elemento” para atingir os objetivos desejados.

Sustenta-se que o esclarecimento do assunto científico a ser tratado é uma questão-chave se a instrução for desenvolvida em determinado conteúdo científico. Esse é um processo chamado de “elementarização”, que conduz a ideia central (“elementar”) do conteúdo a ser ensinado. [...] Problemas educacionais serão levados em consideração somente depois que o assunto científico tiver sido deixado claro. A característica significativa da abordagem de reconstrução educacional é a análise do conteúdo científico não levar em conta apenas a dimensão epistêmica (gênesis, função e significado dos conceitos), mas também o contexto, as aplicações e as implicações éticas e sociais. (MEHEUT; PSILLOS, 2004, p. 525, tradução nossa)

Outra estrutura que pode ser encontrada no contexto de pesquisas de educação em Matemática, mas que pode ser muito útil para a educação em Ciência, é chamada pelos autores de *Engenharia Didática*. São sugeridas três dimensões a serem consideradas *a priori*:

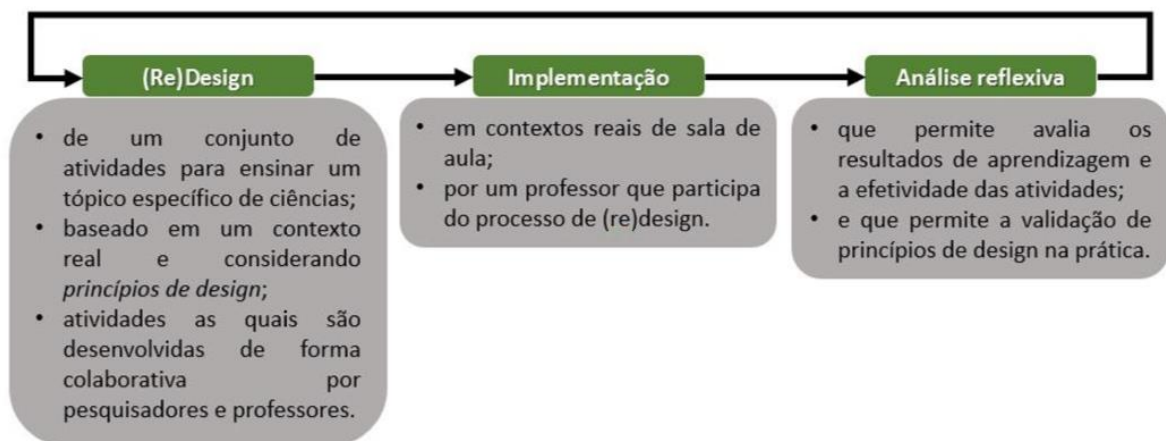
- *Dimensão epistemológica*: conteúdo a ser ensinado e questões a serem respondidas, e sua gênese histórica.
- *Dimensão psicocognitiva*: características cognitivas dos estudantes.
- *Dimensão didática*: funcionamento da instituição de ensino.

Essa formatação geral reside num forte modelo de aprendizagem por resolução de problemas. Procura antecipar a elaboração do conhecimento do estudante por meio desses problemas. Os autores sugerem a importância de o pesquisador traçar diretrizes para a dimensão epistêmica, uma vez que a elaboração da problemática a ser tratada está fortemente ligada ao conteúdo a ser analisado, dando um foco *a priori* nas dimensões epistemológica, psicocognitiva e didática (MEHEUT; PSILLOS, 2004).

Há, ainda, de forma mais geral, a linha de investigação *Design-Based Research* (DBR), que procura alinhar aspectos teóricos da pesquisa em educação com a prática pedagógica (BROWN, 1992; COLLINS, 1992 *apud* PESSANHA, 2017). Os estudos com Sequência de Ensino e Aprendizagem tratam de um tipo de DBR que engloba especificamente a elaboração de Sequências Didáticas (SD) voltadas para o ensino de tópicos específicos de Ciências que envolvem, geralmente, entre 8 e 12 aulas (PESSANHA, 2017).

Pessanha (2017) salienta como característica de uma DBR e de estudos com SEA o desenvolvimento didático baseado num *processo iterativo* de planejamento (ou *design*), implementação, análises e replanejamento (*redesign*), como pode ser observado na Figura 4. De acordo com Méheut e Psillos (2004 *apud* PESSANHA, 2017), tal processo tem como base os chamados *princípios de design*.

Figura 4 – Representação do processo iterativo



Fonte: Pessanha (2017, p. 4).

Os princípios de *design* podem ser organizados em quatro grupos. Segundo Pessanha (2014, p. 98),

daquilo apresentado por Méheut e Psillos (2004), podemos organizar os princípios de design em quatro grupos: (i) os princípios epistemológicos centrados no conteúdo a



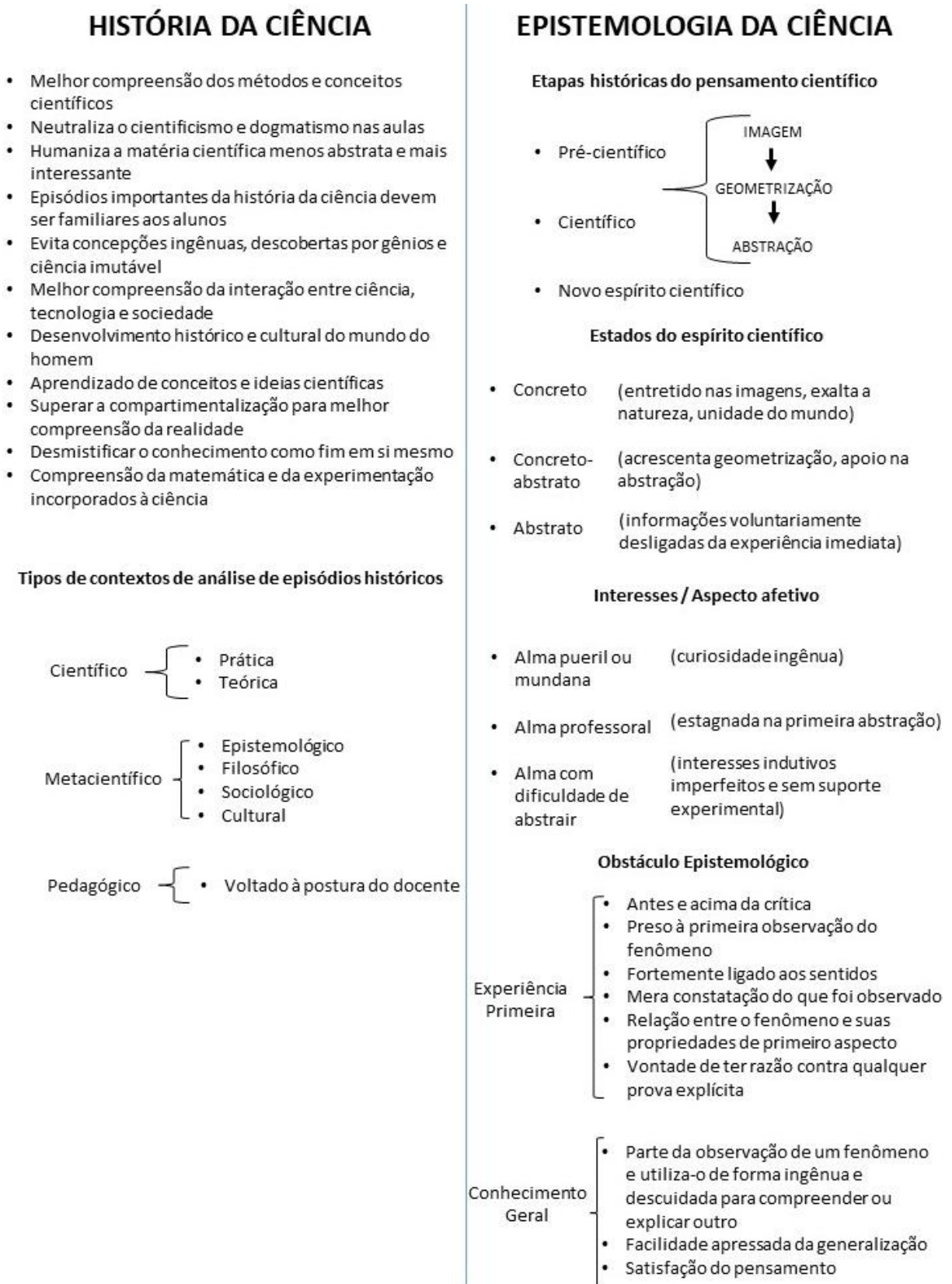
ser ensinado; (ii) os princípios psicocognitivos centrados na aprendizagem dos alunos; (iii) os princípios didáticos centrados na ação do professor; (iv) e os princípios socioculturais centrados nas interações que se dão em sala de aula e nas questões morais e éticas envolvidas. Tais princípios de design enfatizam, respectivamente, a natureza do conhecimento científico, como se aprende ciências, como se ensina ciências, e como as interações e aspectos sociais permeiam a situação de aula.

Um dos objetivos da SD elaborada como parte da pesquisa de mestrado aqui apresentada é tentar desenvolver uma via que conecte melhor o conhecimento científico com o mundo material por meio do uso de referências da história da Ciência, bem como verificar a presença de elementos que identifiquem o pensamento científico dos alunos numa perspectiva epistemológica. Para isso, foram utilizadas a história da Ciência e a epistemologia da Ciência como princípios norteadores para o planejamento da atividade, procurando não apenas se ater à compreensão básica de termos e conceitos científicos, mas abrangendo também os demais eixos que buscam dar ao aluno subsídios que concordam com os fatores que influenciam a compreensão da natureza da Ciência e o melhor entendimento sobre como a Ciência, a tecnologia e a sociedade estão relacionadas entre si.

Com base no referencial teórico elencado, assume-se a história da Ciência e a epistemologia da Ciência como princípios estruturantes na elaboração de uma *Sequência Didática* (SD). Neste trabalho, a SD elaborada buscou envolver cerca de 10 aulas para alunos do ensino médio em instituições escolares que demonstrarem interesse, bem como alinhar as estratégias pensadas na elaboração da atividade com as preocupações em ter como objetivo central o desenvolvimento da história e a epistemologia da Ciência com os alunos.

Tendo em vista o tempo necessário para a execução deste trabalho, será feito apenas o primeiro ciclo do processo iterativo. Ele se encerra discutindo a elaboração de seu *redesign*. Os principais aspectos encontrados na bibliografia sobre história da Ciência e epistemologia da Ciência foram organizados de forma resumida na Figura 5.

Figura 5 – Resumo dos elementos da história da Ciência e da epistemologia da Ciência



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tais aspectos da história da Ciência e da epistemologia da Ciência foram utilizados na elaboração da SD desenvolvida neste trabalho. Além disso, foram incluídos como referências a serem buscadas nos comentários e questionamentos realizados pelos alunos ao longo da aplicação do curso.

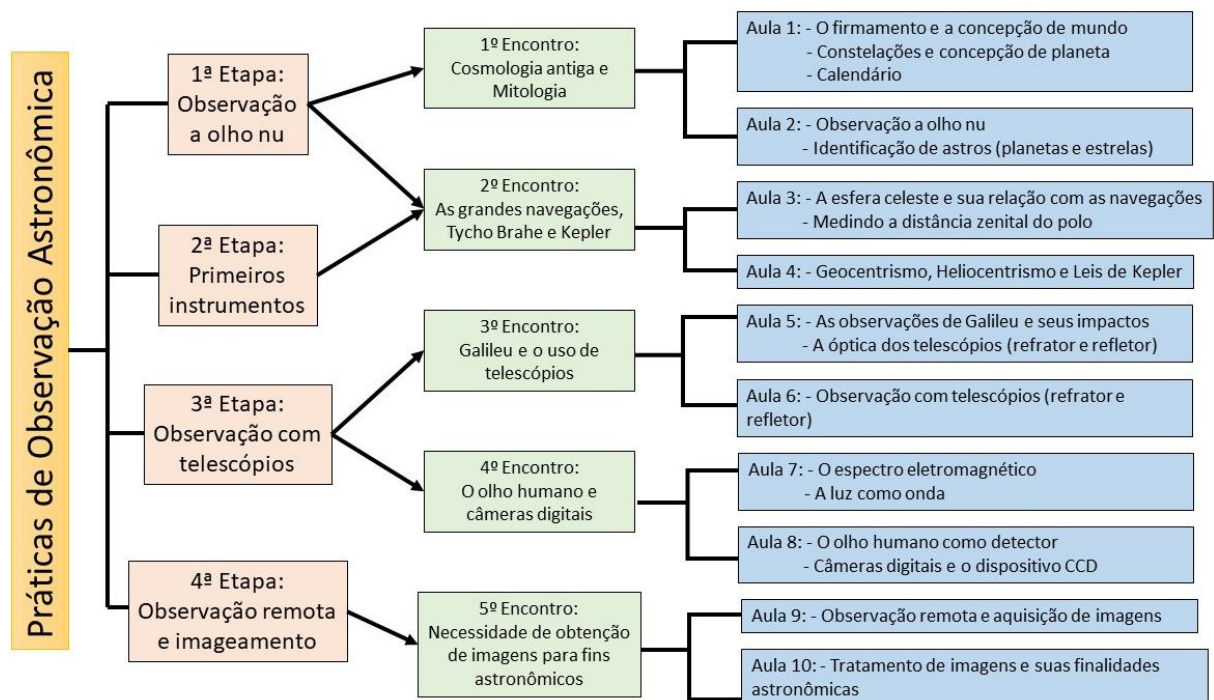
### 3 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

O planejamento da SD elaborada no trabalho usa a história e a epistemologia da Ciência como princípio de *design* para norteá-la. Para isso, pretende-se utilizar a história da Ciência para prover subsídios para o aluno ter uma melhor compreensão da forma como o pensamento científico atrela-se ao contexto de diferentes momentos históricos.

O tema da SD foi a prática em observações astronômicas. Pretendia-se apresentar ao aluno como a observação do céu a olho nu, sem o uso de qualquer instrumento, influenciou na forma como a humanidade compreendia o mundo na Antiguidade. Depois, foram mostradas algumas consequências do uso de certos instrumentos de medida que antevêm a utilização do próprio telescópio, explicitou-se a grande influência que o uso dos primeiros telescópios teve na forma de pensar o mundo e, por fim, expôs-se ao aluno, de forma bastante simplória, como são manipulados os telescópios na modernidade por meio de uma observação com um telescópio de uso remoto.

O esquema geral da construção da SD é apresentado na figura 6.

Figura 6 – Esquema da Sequência Didática



Fonte: Elaborado pelo autor.

A SD foi apresentada como um curso extracurricular para alunos do ensino médio de qualquer série, mediante a inscrição por interesse. Prevendo a quantidade de 10 aulas de 50 minutos cada, o curso foi dividido em 5 encontros; em cada encontro, foram realizadas 2 aulas.

Tendo em vista que, na maior parte dos encontros da SD, eram previstas observações do céu noturno, ela deveria ser oferecida em horários que pudessem viabilizar essas observações. Assim, optou-se pelo início das aulas no final da tarde, de forma que o céu escurecesse durante o andamento inicial das atividades.

No primeiro encontro, foi discutida com os alunos as ideias de “mundo” e “universo”. Distinguiu-se o que entendemos hoje como conceito de universo enquanto algo significativamente amplo e constituído de várias galáxias. Foi exposto que somos habitantes de um planeta que está inserido em um sistema estelar, que, por sua vez, faz parte de uma única galáxia. Em contraponto, o conceito de Universo é relativamente novo na história; dessa forma, foi abordado que, em tempos passados, tinha-se a ideia de mundo como um espaço delimitado por uma esfera celeste, ou seja, uma redoma com estrelas fixas que gira em torno de nós.

Utilizando o *Software Stellarium*<sup>8</sup>, mostrou-se aos alunos como é possível observar o movimento da esfera celeste ao longo do passar do tempo acelerado de uma noite. Aproveitando ainda os recursos visuais do *Stellarium*, expôs-se aos alunos que, entre as estrelas que se mostram fixas na esfera celeste, alguns desses pontos brilhantes se movem em relação às próprias estrelas. Esses pontos foram chamados pelos gregos de planetas, palavra que remete ao sentido de um *astro errante*, ou melhor, àquilo que caminha. Vale lembrar que, para tornar a atividade mais interessante, tomou-se o cuidado de configurar o programa previamente para não exibir o nome dos planetas na tela. Isso reforça ao aluno que, visualmente, um planeta pode ser confundido facilmente com uma estrela.

Na sequência, foi ressaltado aos alunos o conceito de planeta na Antiguidade, quando se considerava que, para ser um planeta, bastava mover-se na esfera celeste. Dessa forma, o Sol e a Lua também eram considerados planetas, e a quantidade de planetas observáveis a olho nu no céu tem relação com os dias da semana (Quadro 2). Aproveitando esse conteúdo, explicitou-se aos alunos que a própria concepção de habitarmos um planeta ainda não era uma ideia concebida na época.

---

<sup>8</sup> Disponível em: <https://stellarium.org/pt/>. Acesso em: maio 2020.

Quadro 2 – Os dias da semana em alguns idiomas e a relação com os astros

<b>PLANETA</b>	<b>ESPAÑHOL</b>	<b>ITALIANO</b>	<b>INGLÊS</b>	<b>PORTUGUÊS</b>
<b>SOL</b>	DOMINGO	DOMENICA	SUNDAY	DOMINGO
<b>LUA</b>	LUNES	LUNEDI	MONDAY	SEGUNDA-FEIRA
<b>MARTE</b>	MARTES	MARTEDI	TUESDAY	TERÇA-FEIRA
<b>MERCÚRIO</b>	MIÉRCOLES	MERCOLEDI	WEDNESDAY	QUARTA-FEIRA
<b>JÚPITER</b>	JUEVES	GIOVEDI	THURSDAY	QUINTA-FEIRA
<b>VÊNUS</b>	VIERNES	VENERDI	FRIDAY	SEXTA-FEIRA
<b>SATURNO</b>	SABADI	SABATO	SATURDAY	SÁBADO

Fonte: Elaborado pelo autor.

Também foi discutida, ainda nesse primeiro encontro, a ideia de constelações, propondo uma situação hipotética na qual os alunos foram levados a imaginar, numa época ainda mais antiga à dos gregos, alguma civilização que, deixando de ser nômade, passaria a perceber algumas coincidências entre o céu que se observava em determinados períodos e alguns acontecimentos corriqueiros naquela região. A exemplo, imagine uma pequena civilização que vivia ao lado de um lago usado para pesca; nela, notava-se que havia alguns períodos em que o rio estava muito mais propício para a pesca do que na maior parte dos outros dias. Além disso, percebia-se que, sempre nessa mesma época, havia um conjunto de estrelas numa região muito específica no céu e que, sempre que o rio estava bom para a pesca, esse mesmo conjunto de estrelas se encontrava na mesma posição. Dados esses eventos, imaginemos que essa civilização chamou aquele conjunto de estrelas de “Peixes”. Pode-se fazer as mesmas relações com a constelação de Touro, com uma possível época de migração de manada de animais ou mesmo com a constelação de Aquário (representada por uma pessoa entornando um vaso de água) com os períodos de chuva.

Dessa forma, foi possível debater com os alunos os primeiros princípios da astrologia. Por meio deles, imaginava-se que o movimento da esfera celeste controlava os fenômenos no mundo, uma vez que os antigos observavam grandes coincidências entre a posição das constelações na esfera celeste com determinados acontecimentos naturais. Sendo assim, é possível compreender o grande apego em estudar o movimento do céu desde a Antiguidade.

Ainda nesse primeiro encontro, os alunos foram levados a observar o céu noturno, buscando identificar alguma constelação e, se possível, algum planeta, caso tivesse algum visível no período de aplicação da SD. Os estudantes também foram incentivados a tentar

reconhecer a posição em que o Sol nasce e se põe e a constatar se essa posição é sempre a mesma ao longo do ano. Esse momento da observação do céu potencializou a exploração da perspectiva epistemológica dos alunos ao confrontar determinados conhecimentos prévios deles, sobretudo aqueles adquiridos dentro de um contexto teórico, com suas percepções sensíveis ao observar o céu a olho nu. Isso possibilitou uma discussão sobre aspectos que os alunos acreditavam conhecer da realidade com aquilo em que eles realmente observavam.

Previa-se que, nesse primeiro encontro, as discussões iniciais se estendessem para além da primeira aula. Porém, tivemos o cuidado de reservar parte da segunda aula para realizar as observações do céu noturno.

No segundo encontro, explorou-se com os alunos o contexto das grandes navegações e a forma como o comércio, por meio de rotas marítimas, fomentou a produção de cartas celestes para as navegações. Usando esse contexto, falou-se sobre Tycho Brahe e sobre sua importância na elaboração das cartas celestes usadas por Kepler para desenvolver suas três leis. Para isso, apresentou-se aos alunos os modelos de Ptolomeu e Copérnico para discutir os problemas sobre as órbitas de alguns planetas cujas observações não correspondiam muito bem aos modelos já apresentados, problemas esses que foram mais bem resolvidos com as Leis de Kepler.

Foi desenvolvido com os alunos um medidor de distância zenital utilizando um transferidor, um barbante e um canudo. Com ele, os alunos mediram de forma aproximada a distância zenital de um astro qualquer que estivesse visível e, com isso, encontraram a altura angular desse astro em relação ao horizonte. Com isso, demonstrou-se aos alunos, de uma forma bastante simplista, a ideia dos tipos de instrumentos utilizados para medir a distância angular entre os astros a fim de construir uma carta celeste mais precisa.

No terceiro encontro, discutiu-se com os alunos a apropriação do telescópio por Galileu, reforçando que os telescópios já existiam em sua época, mas informando que ele utilizou esse instrumento óptico para observar o céu e fazer registros de suas observações. Abordou-se como algumas observações de Galileu influenciaram fortemente concepções de sua época, como a possibilidade de observar a existência de muito mais estrelas do que as que podem ser vistas a olho nu, a descoberta de crateras e montanhas na Lua e outras luas no planeta Júpiter, corroborando a ideia de que ocupamos um corpo celeste com características similares a outros corpos celestes, e a percepção de fases do planeta Vênus, considerada uma das mais importantes provas de que o planeta Terra se move ao redor do Sol, não estando no centro do Sistema Solar.

Ao reforçar a grande influência que um instrumento como o telescópio teve no pensamento da época, expôs-se aos alunos como telescópios refratores e refletores funcionam

como instrumento óptico com o objetivo de ampliar uma imagem. Nesse sentido, foi possível ressaltar sua influência no exemplo em que Alhazen, em seu trabalho *Na luz das estrelas*, argumenta que tanto as estrelas fixas quanto os planetas devem possuir luz própria, pois, caso contrário, o planeta Vênus deveria apresentar fases, assim como a Lua, devido à reflexão da luz do Sol (DUPRÉ, 2003). Porém, ao observar o planeta Vênus apenas a olho nu não é possível perceber a presença de suas fases, foi necessária a ampliação da imagem feita por um telescópio como o de Galileu para ver diretamente a presença de fases no planeta, demonstrando, assim, que o brilho dos planetas era dado pela reflexão da luz solar, e não por emissão própria.

Nesse encontro, os alunos também contaram com a observação do céu noturno através de um telescópio refrator, ou Galileoscópio. Ele simula o instrumento que Galileu utilizou em sua época. Os estudantes também manipularam um telescópio refletor, ou newtoniano, para analisar algum astro de interesse que estivesse visível na data.

No quarto encontro, discutiu-se com os alunos a importância de conhecer algumas características da luz, tendo em vista que os instrumentos utilizados na Astronomia são responsáveis pela coleta e pela caracterização da própria luz. Para isso, pensou-se na luz com sua natureza ondulatória, e foram desenvolvidas algumas características da onda, como amplitude, comprimento de onda e frequência, mostrando aos estudantes a relação entre o comprimento de onda e as diferentes cores que enxergamos. Além disso, foram apresentados o espectro eletromagnético e os diversos comprimentos de onda que não somos capazes de detectar com nosso olho.

Por fim, tratou-se de algumas características do olho humano como um detector de luz. Também se mencionou a importância das câmeras digitais para fins astronômicos na modernidade. Para isso, discutiu-se brevemente sobre o funcionamento dessas câmeras digitais.

No quinto encontro, pretendeu-se realizar uma observação remota através do Observatório Astronômico da UFSCar. Mostrou-se aos alunos a possibilidade que se tem atualmente de obter dados astronômicos sem a necessidade de estar próximo ao telescópio.

Uma vez feita a imagem de algum objeto astronômico pelo telescópio remoto, preferencialmente um planeta, foram desenvolvidas com os alunos algumas técnicas de tratamento dessas imagens. Fazer a imagem de um planeta possibilita mostrar aos alunos como é feita a utilização de filtros para gerarmos uma imagem colorida, mesmo essa sendo obtida por uma câmera digital monocromática. Assim, reforça-se a ideia de que algumas fotos astronômicas com uma diversidade de cores, na verdade, foram coloridas artificialmente e que,



ainda assim, cada “cor” (ou comprimento de onda específico) tem sua relevância para estudar diferentes características do objeto astronômico em questão.

## 4 METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa trata-se da elaboração e aplicação de uma Sequência Didática. Os princípios que estruturam a sequência são a história da Ciência e a epistemologia da Ciência. Foi analisada a recorrência de cada princípio ao longo do curso.

A SEA foi utilizada como um referencial para o desenvolvimento da SD, ou seja, a elaboração da SD foi inspirada em SEA. Convém salientar que, na SD elaborada neste trabalho, o professor que aplicou a SD e o pesquisador que a elaborou, tanto no *design* quanto no *redesign*, são a mesma pessoa.

O curso foi proposto como atividade extracurricular no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), no *Campus* Matão. Qualquer aluno do ensino médio técnico integrado poderia participar via manifestação de interesse.

### 4.1 Tipo de pesquisa

Esta pesquisa busca dar um significado mais amplo ao uso de um telescópio remoto, sob o ponto de vista pedagógico, na construção e aplicação de uma Sequência Didática. Assim, utiliza-se de uma metodologia de natureza qualitativa.

Para Bogdan e Biklen (1982), a pesquisa qualitativa possui algumas características básicas. Tem o pesquisador como seu principal instrumento e o ambiente natural como sua fonte de dados, que são predominantemente descritivos. Nessa abordagem, há uma maior preocupação com o processo do que com o produto. E o foco da atenção do pesquisador se volta para o significado que as pessoas dão às coisas, tendendo a seguir com um movimento indutivo para a análise dos dados.

A pesquisa apresenta características da *pesquisa-ação*. Esta se trata principalmente de uma estratégia por meio da qual professores e pesquisadores têm a possibilidade de aprimorar seu ensino mediante suas pesquisas e o aprendizado de seus alunos (TRIPP, 2005). Segundo Megid Neto (2011), a *pesquisa-ação* possui uma natureza qualitativa. O autor tem uma participação ativa na ação planejada, que pode ocorrer em processos de intervenção escolar. E ele se apresenta como pesquisador-participante ou professor-pesquisador, sendo este último o caso deste trabalho.

## 4.2 O problema

Tendo em vista a intenção de fornecer subsídios para que o aluno tenha uma visão mais crítica sobre a relação entre a formação do conhecimento científico e o processo histórico em que este está inserido, construiu-se o problema desta pesquisa. A questão proposta é: como fornecer um significado pedagógico ao uso do telescópio remoto no contexto da observação astronômica? Dessa forma, têm-se como objetivo investigar, a partir dos dados coletados, a ocorrência de elementos que tragam à tona a questão do envolvimento da história e da epistemologia da Ciência na execução do curso.

## 4.3 Instrumento de coleta de dados

Tencionava-se verificar a recorrência de elementos da história e epistemologia da Ciência que nortearam o desenvolvimento da sequência didática. Para tanto, foi realizada a coleta de dados mediante áudio e videograções durante o curso. Também foram usadas as anotações de campo e o acompanhamento feito pelo pesquisador.

Utilizando-se das gravações de áudio e vídeo, foram transcritos relatos, questionamentos e comentários dos alunos no decorrer do curso. Buscou-se relações com os princípios estruturais da Sequência Didática, sendo eles, como já indicado, a história da Ciência e a epistemologia da Ciência.

## 4.4 O “V” de Gowin como método de análise

Gowin (1981) propõe como processo de investigação científica uma estrutura que interconecta o que define como *domínio conceitual* e o que chama de *domínio metodológico*. A resposta à questão básica de pesquisa pode surgir na interação contínua entre esses dois domínios. Para Gowin (1981, p. 23),

o processo de pesquisa pode ser visto como uma estrutura de significados. Os elementos dessa estrutura são eventos, fatos e conceitos. O que a pesquisa faz através de suas ações é estabelecer conexões específicas entre um dado evento, os registros feitos deste evento, os julgamentos factuais derivados desses registros, os conceitos que põem em evidência regularidades nos eventos e os sistemas conceituais utilizados para interpretar esses julgamentos a fim de se chegar à explanação do evento. Criar essa estrutura de significados numa certa investigação é ter feito uma pesquisa coerente.

Partindo da observação de um evento que ocorre na natureza ou que é provocado pelo observador, a pesquisa deve estabelecer conexões específicas entre os eventos registrados, os julgamentos que surgem dos fatos registrados e os conceitos utilizados na interpretação desses julgamentos para chegar à explicação do evento (FERRACIOLI, 2005). Gowin (1981, p. 88, grifos do autor) detalha tal procedimento heurístico de análise da evolução do conhecimento partindo de um conjunto de cinco questionamentos:

*1. QUESTÃO BÁSICA DE PESQUISA.*

*Qual é a questão foco do trabalho?*

*2. CONCEITOS-CHAVE & ESTRUTURA CONCEITUAL.*

*Quais os conceitos-chave envolvidos no estudo?*

*3. MÉTODOS.*

*Quais os métodos utilizados para responder às questões básicas?*

*4. ASSERÇÕES DE CONHECIMENTO.*

*Quais os resultados mais importantes do trabalho?*

*5. ASSERÇÕES DE VALOR.*

*Qual a significância dos resultados encontrados?*

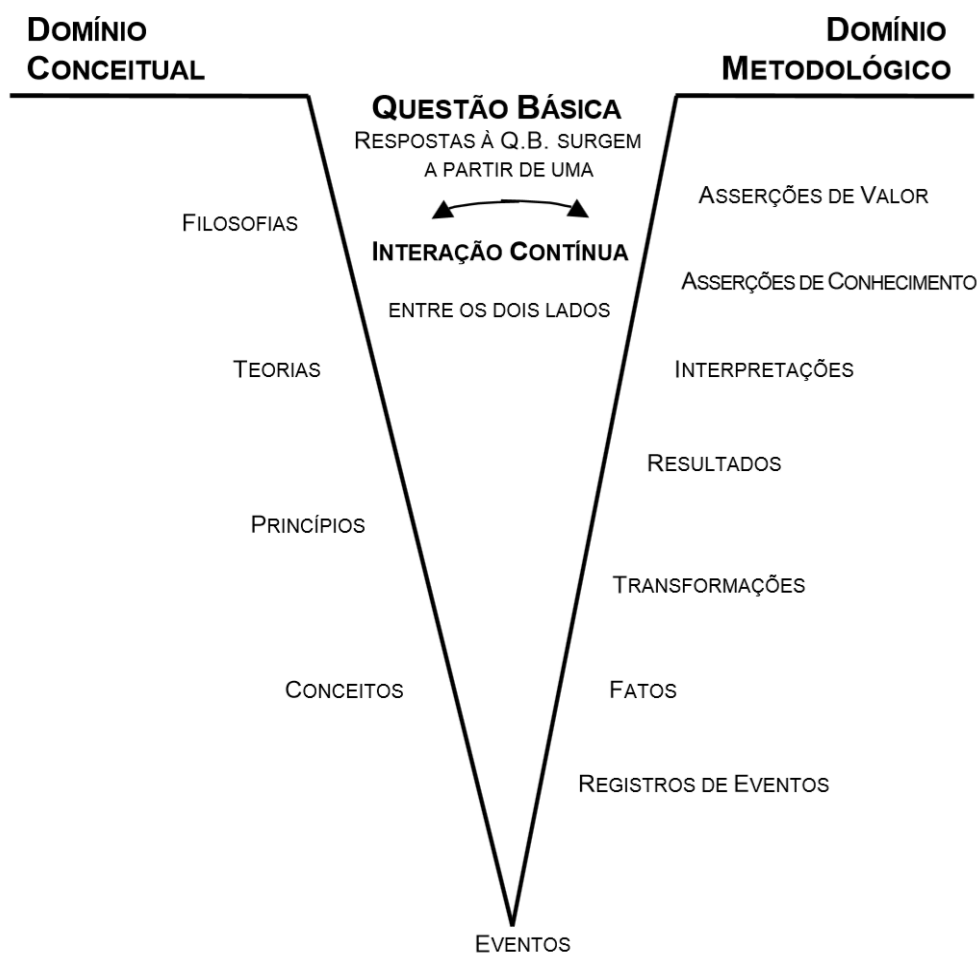
A *Questão Básica de Pesquisa* trata-se da indagação que orienta a forma de pensar o problema e o fenômeno de interesse estudado, ou seja, a pergunta a que a proposta da pesquisa tem por finalidade responder. Os *Conceitos-Chave* são aqueles envolvidos no processo da pesquisa e abrangem as áreas de conhecimento da investigação. A relação desses conceitos deve formar a *Estrutura Conceitual*. Os *Métodos* podem ser entendidos como o planejamento de etapas, técnicas utilizadas, amostragem, os dispositivos experimentais para a coleta de dados e a análise. É por meio deles que se pretende chegar à resposta da questão básica do estudo, que é composta pelas *Asserções de Conhecimento*, as quais constituem o resultado do estudo. Ao indagar sobre a significância, a utilidade e a importância do trabalho, obtêm-se as *Asserções de Valor*.

Sendo assim, a investigação se dá pela interação contínua dessas questões. A questão básica norteia o que será pesquisado; os conceitos-chave fornecem a sustentação teórica para o que é proposto pela questão básica; os métodos determinam a forma como o estudo se desenvolve, gerando as respostas à questão básica, que são as asserções de conhecimento, as quais, por sua vez, produzem as asserções de valor.

Entretanto, Gowin (1981) salienta que a construção de conhecimento pode ter origem em diferentes maneiras de estudo. Portanto, tais questões não precisam ser necessariamente trabalhadas nessa mesma ordem cronológica.

Para visualizar a interação entre todas essas questões, Gowin (1981) propõe uma representação gráfica denominada por ele de “V” Epistemológico, como mostra a Figura 7.

Figura 7 – O “V” de Gowin



Fonte: Ferracioli (2005, p. 110).

De um lado do “V”, está o domínio conceitual que representa o pensar da pesquisa; do outro lado, o domínio metodológico que representa o fazer da pesquisa. No centro, está a questão básica de pesquisa, cujas respostas se darão por meio de uma interação contínua entre esses dois lados do “V”. Na parte inferior do “V”, estão os eventos que podem ocorrer de forma natural ou ser provocados pelo pesquisador, e representam a origem da produção do conhecimento.

Apesar de o conhecimento ser gerado pela interação contínua entre esses dois domínios, podemos partir do lado conceitual do “V”, ou do pensar da pesquisa. Essa parte representa a postura filosófica e teórica em que o pesquisador se baseará para observar o evento estudado, fornecendo o embasamento teórico para a investigação.

Ao olhar os eventos na base do “V” pelo domínio metodológico, são feitos os registros, ou as anotações das observações. A avaliação dos registros dos eventos os transforma em fatos, quando verificada sua validade, que constituem a base de dados da pesquisa. Esses fatos são submetidos às transformações por meio de técnicas de análise de dados, que geram os resultados a serem organizados e detalhados para produzirem as interpretações que podem trazer à tona as respostas da pesquisa. O julgamento da relevância delas produz as asserções de valor.

Sendo assim, o “V” epistemológico e suas questões se tornam o procedimento heurístico proposto por Gowin (1983). Ele pode ser utilizado tanto no planejamento da pesquisa, como princípio orientador das etapas do estudo, quanto em sua conclusão para interpretação e avaliação da investigação.

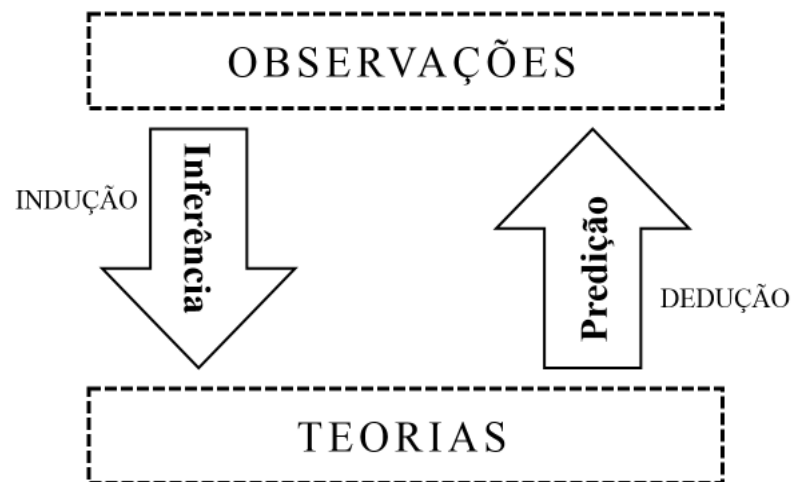
Neste trabalho, o “V” de Gowin será usado como instrumento de interpretação e análise dos dados. Assim, partir-se-á de sua perspectiva indutiva para estudar os resultados da sequência.

#### 4.4.1 As perspectivas indutiva e dedutiva do “V” de Gowin

É possível fazer uma leitura da caracterização tradicional do método científico utilizando-se do “V” de Gowin visando ao “desempacotamento” das ideias e conteúdos envolvidos na lógica do pensamento científico. Tal procedimento considera duas ferramentas básicas para seu questionamento: as observações da realidade por meio de nossos sentidos e de instrumentos específicos, e as conjecturas construídas por nossa capacidade de raciocinar logicamente, impondo uma lógica que pode se caracterizar por duas perspectivas diferentes de trabalho, a dedutiva e a indutiva (FERRACIOLI, 2005).

O método indutivo parte do específico em busca de conclusões generalizantes. Ou seja, primeiro, fazem-se as observações, estabelecem-se os padrões, constroem-se generalizações, e, por fim, infere-se uma explicação (FERRACIOLI, 2005).

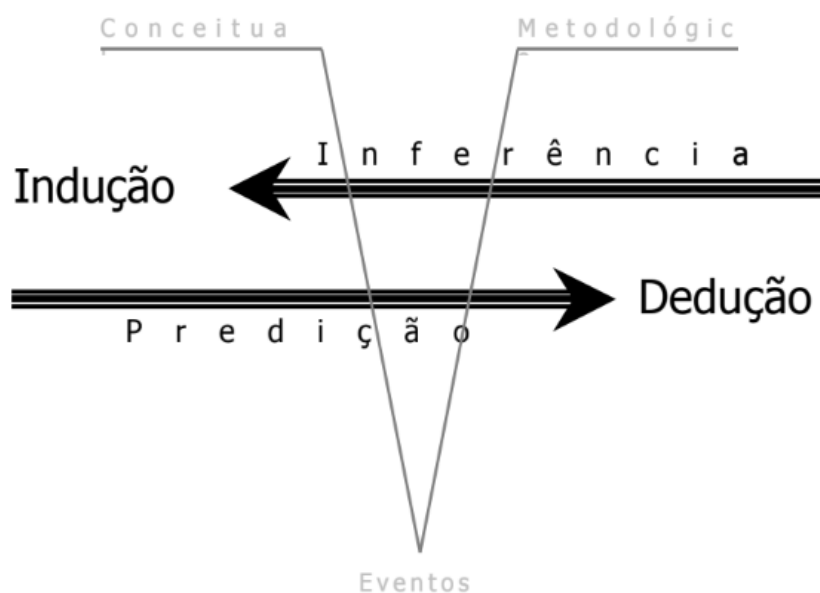
Figura 8 – Caracterização indutiva e dedutiva do pensamento científico



Fonte: Adaptado de Ferracioli (2005).

Convém lembrar que a proposta do “V” é gerar conhecimento mediante uma contínua interação entre seus dois lados. Sendo assim, é possível utilizar o “V” por qualquer um dos lados, gerando duas caracterizações básicas quanto ao método de trabalho, como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Processos indutivo e dedutivo de construção de conhecimento a partir do “V” de Gowin



Fonte: Ferracioli (2005, p. 113).

Ao pensar o início do “V” no domínio conceitual, sendo este o lado do pensar a pesquisa, é possível caracterizar tal procedimento como análogo ao método hipotético-dedutivo, representado pela postura filosófica e teórica que o pesquisador assume para observar o mundo a seu redor. Por esse ponto de partida, tenta-se chegar às respostas da questão básica de pesquisa por meio da metodologia científica escolhida verificando ou não as previsões feitas inicialmente (FERRACIOLI, 2005).

Entretanto, ao utilizar o “V” pelo lado do domínio metodológico, ou seja, o lado do fazer a pesquisa, análogo ao método indutivo, as observações registradas, transformadas e interpretadas gerarão asserções de conhecimento. Percorre-se, então, o caminho inverso na procura de uma explicação geral, que pode auxiliar no ponto de partida na construção do lado do domínio conceitual na elaboração de conceitos, princípios e teorias (FERRACIOLI, 2005).

Em todos os processos deste trabalho, foi utilizada tal interação contínua entre os dois domínios do “V”, seja pelo processo dedutivo, seja pelo indutivo, tanto na elaboração da SD quanto em sua aplicação e na análise de dados. Com isso, espera-se obter subsídios que auxiliarão no processo iterativo do *redesign* da Sequência Didática.



## 5 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Conforme relatado, a Sequência Didática foi aplicada como atividade extracurricular no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) do *Campus* Matão. Qualquer aluno do ensino médio técnico integrado poderia participar via manifestação de interesse, não havendo nenhuma exigência de conteúdo específico como pré-requisito para a participação. O curso foi realizado em 10 encontros; cada encontro consta de 2 aulas de 1 hora cada. Todos eles foram marcados ao final da tarde para que, no decorrer das aulas, houvesse a possibilidade de observar o céu noturno.

Depois de aplicada a SD, buscou-se encontrar elementos da história e epistemologia da Ciência tanto na fala quanto nos relatos dos alunos ao decorrer do curso. Também se procurou verificar se é possível encontrar novos elementos que auxiliassem no processo de *redesign* da própria SD, partindo pelo lado do domínio metodológico do “V” de Gowin, que é análogo ao método indutivo.

Os comentários ou perguntas de cada aluno, nos diálogos transcritos, são iniciados pela letra A, seguidos de uma numeração para identificar as falas de uma mesma pessoa dentro de determinada situação. Ou seja, o aluno A1, em um determinado diálogo, não necessariamente se trata do mesmo aluno A1 de outra conversa, por exemplo. O professor está nomeado com a letra P e trata-se do próprio pesquisador.

Serão caracterizados os elementos da história da Ciência encontrados no decorrer da aplicação da SD. E na sequência, essa caracterização será feita para os elementos da epistemologia da Ciência.

A ocorrência de tais elementos é mostrada no Quadro 3. Nele, entre o primeiro e o quinto encontro, cada elemento de história da Ciência é identificado de [H1] a [H7], assim como cada elemento de epistemologia da Ciência é nomeado de [E1] a [E14].

Quadro 3 – Ocorrência de elementos da história da Ciência de [H1] a [H7] e da epistemologia da Ciência de [E1] a [E14] do primeiro ao quinto encontro

	1º Encontro	2º Encontro	3º Encontro	4º Encontro	5º Encontro
<b>História da Ciência</b>	- Concepções ingênuas [H1].	- Conceito por si só, sem o vínculo com sua razão [H4].		- Percepção da Ciência como algo mutável (não dogmático ou cientificista) [H7].	
	- Relevância de episódios históricos [H2].	- Contexto metacientífico de episódios históricos [H5].			
	- Contexto histórico da Matemática e da experimentação [H3].	- Conhecimento científico como desenvolvimento histórico [H6].			
<b>Epistemologia da Ciência</b>	- Explicação do fenômeno como mera constatação do que foi observado [E1].	- Pensamento pré-científico / alma com dificuldade de abstrair [E7].	- Espírito concreto-abstrato [E10].	- Pensamento pré-científico / alma pueril ou mundana [E11].	- Espírito abstrato para espírito concreto-abstrato [E12].
	- Conhecimento geral (desdobramento da experiência primeira) como obstáculo epistemológico [E2].	- Espírito concreto-abstrato / alma professoral [E8].			- Conhecimento geral como obstáculo epistemológico [E13].
	- Interesse científico por meio da alma pueril ou mundana [E3].	- Conhecimento geral como obstáculo epistemológico [E9].			- Concepção ingênuas / experiência primeira como obstáculo epistemológico [E14].
	- Generalização apressada de um fenômeno [E4].				
	- Alma com dificuldade de abstrair / experiência primeira como obstáculo epistemológico [E5].				
	- Espírito concreto abstrato [E6].				

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os elementos de história (de H1 a H7) e epistemologia da Ciência (de E1 a E14) são identificados a seguir na análise dos encontros ocorridos na SD estudada aqui.

### 5.1 Princípios da história da Ciência

Tendo em vista que a história da Ciência é um dos princípios norteadores desta SD, foi possível encontrar elementos dela nos dois primeiros encontros, entre os cinco que ocorreram. No primeiro, a ocorrência se deu em uma discussão sobre cosmologia antiga e sua relação com a mitologia. No segundo, foi visível quando se tratou da relação da esfera celeste com os mapas produzidos para as navegações bem como do conhecimento científico desenvolvido por Tycho Brahe e Kepler.

No primeiro encontro, ao ser apresentada a proposta inicial do curso de utilizar a observação astronômica para discutir a forma como o pensamento científico, no contexto da Astronomia, desenvolveu-se ao longo dos tempos, foi perguntado aos alunos:

P: *O que vocês esperam desse curso, se é que se espera alguma coisa?*

A1: *Descobrir um novo planeta.*

P: *Ainda é possível descobrir um novo planeta no Sistema Solar?*

A1: *Claro que sim!*<sup>9</sup>

Os estudantes possuem várias concepções ingênuas [H1], mal fundamentadas e, portanto, falsas sobre a natureza das Ciências e sua relação com a sociedade (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; FERNÁNDEZ *et al.*, 2002 *apud* MARTINS, 2006). É o caso da visão de A1 sobre como planetas foram descobertos, tema que seria desenvolvido no decorrer da aula. Segundo Michael Matthews (1994), a História se faz necessária para entender a natureza da Ciência e promover uma melhor compreensão dos conceitos e métodos científicos. Para isso, abordou-se com os alunos as definições de planetas da Antiguidade, momento em que tanto a Lua quanto o Sol eram considerados planetas, uma vez que estes também se tratavam de corpos errantes no céu. Relatou-se que foi necessária uma série de mudanças da concepção da própria definição de planeta para alcançarmos a compreensão do que chamamos de planeta nos dias de hoje.

Na sequência, questionou-se:

P: *O que é que tem pra ser observado no céu?*

A1: *Estrelas, planetas, satélites.*

A2: *A órbita.*

P: *A órbita será o movimento que está ocorrendo em torno de um astro.*

Neste ponto, poderia ser mais bem explorado o que o aluno entendia por “órbita”, pois existe a possibilidade de ele estar se referindo às observações dos movimentos orbitais realizados ao longo da história.

P: *Qual foi o primeiro instrumento usado para se observar o céu?*

A1: *Telescópio.*

A2: *O olho.*

[...]

P: *Alguém tem ideia de quando que começa a surgir o telescópio?*

A2: *Século XVII.*

---

<sup>9</sup> A transcrição das falas manteve as marcas da oralidade presentes na audiogravação. Apenas foram removidos termos que podem ser considerados pejorativos.

Ao colocar propositalmente na pergunta a palavra “instrumento”, acaba-se induzindo o aluno a imaginar um “aparato”, levando-o a associar rapidamente o telescópio ao primeiro instrumento usado para observar o céu. Porém, ao mesmo tempo, um dos alunos indicou o olho humano como primeiro “instrumento” utilizado pela humanidade para tal fim. Para Martins (2006), o estudo adequado de alguns episódios históricos torna possível uma melhor compreensão da inter-relação entre a Ciência, a tecnologia e a sociedade. Portanto, conhecer que o telescópio como instrumento astronômico surgiu apenas no século XVII e que muitos conhecimentos astronômicos, sobretudo quanto à classificação e movimento dos astros, constam de períodos históricos [H2] muito anteriores à própria criação do telescópio pode contribuir para a compreensão de que o conhecimento astronômico não depende apenas do telescópio como ferramenta tecnológica.

Mostrando o movimento dos astros com o *Stellarium* para discutir sobre uma forma de os antigos contarem os dias e os anos, foi falado aos alunos:

P: *Um ano é uma volta completa dessa constelação.*<sup>10</sup>

A: *Mas dá certinho?*

É possível que o aluno não houvesse percebido, *a priori*, a relação da construção do calendário com as observações astronômicas, talvez não tivesse notado o vínculo de um elemento com outro. Para Guerra *et al.* (1998), o ensino médio contempla boa parte de um período histórico em que a Matemática e a experimentação [H3] são incorporadas à Ciência, e os alunos devem compreender o contexto em que todo esse conhecimento foi produzido.

Vale notar que, durante o curso, não foram discutidos com os alunos os conceitos de ano sideral e ano tropical. A abordagem dessa temática poderia ter elucidado melhor tais questões.

No segundo encontro, ao discutir sobre a consagração do modelo de Ptolomeu, que considera a Terra como centro do Universo, foi elaborada com os alunos a ideia de movimento, comparando os valores de velocidades que as pessoas vivenciavam na época com os que podemos experienciar hoje. Então, foi perguntado:

---

<sup>10</sup> Não ficou evidente, porém, durante a aula, discutiu-se que a “volta completa” da constelação seria uma volta completa da esfera celeste considerando certo referencial de local e horário ao longo do ano.

P: *Qual a maior velocidade que vocês acham que já atingiram na vida de vocês?*

A1: *240 Km/h.*

P: *Alguém já andou de avião?*

A1: *Eu já.*

P: *Então você já andou a mais de 240 km/h.*

A2: *Mas tinha velocidade mais alta, que vai ser quando foi lançar um foguete, né?*

P: *Pois é, um foguete chega a atingir 40.000 km/h.*

[...]

Elaborando sobre o que entendemos por sensação de velocidade hoje, comparado à época em que as maiores velocidades atingidas pelas pessoas eram cerca de algumas dezenas de km/h em cima de um cavalo, foi dito que não se aceitava a ideia de nosso planeta estar em movimento em torno do Sol, pois acreditava-se que não era possível não sentir tal movimento. Então um aluno comentou:

A1: *Mas no avião também nem dá pra sentir, só na subida que dá pra sentir um pouquinho da força.*

P: *Pois é, e hoje que a gente tem um pouco dessa noção de velocidade, a gente consegue perceber isso, que em mil km/h, se você não varia essa velocidade, isso não é perceptível dentro de um avião, em um lugar fechado.*

A2: *O contrário também é válido, né? Se você for de 0 a 10 (km/h) em meio segundo você vai sentir isso.*

P: *Exatamente! Imagina uma trombada num poste andando a pé, é uma porrada violentíssima, por quê? Você passa de uma velocidade baixa para uma velocidade nula num tempo muito pequeno. Isso é muito perceptível.*

A3: *Ação e reação.*

P: *Ação e reação, também vai ter a ver com isso. [...] [inaudível]*

[...] *é Galileu que vai começar a argumentar bem isso aqui, e vai começar a desconstruir essa ideia de que nós sentimos velocidade. No fundo, nós não sentimos a velocidade, nós sentimos a aceleração. É impossível sentir a velocidade em si, o que a gente sente é a variação dela.*

É possível notar que os alunos possuem conhecimentos a respeito da noção de velocidade e aceleração, porém não aparentam ter consciência de suas razões históricas, uma vez que citam os conceitos sem fazer qualquer tipo de alusão ao período histórico em que eles estavam em discussão, mantendo os relatos sobre o saber por si só [H4]. Para Guerra *et al.* (1998), é fundamental apresentar o conteúdo para os alunos de forma que eles compreendam que a temática trabalhada faz parte de uma construção de homens inseridos na história, desmistificando a visão do conhecimento enquanto fim em si mesmo e dando espaço para a problematização dele.

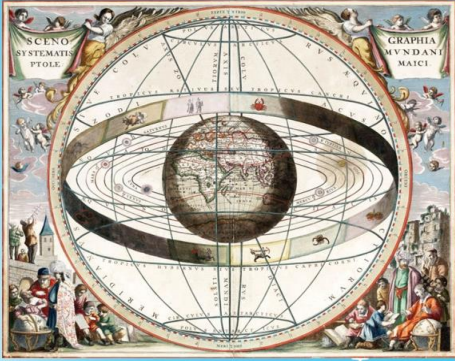

Iniciada a discussão sobre o modelo geocêntrico de Ptolomeu, foi mostrado o *slide* retratado na Figura 10:

Figura 10 – Slide sobre Ptolomeu apresentado durante a aula

## Os primeiros modelos de Universo

**Ptolomeu:** (85 – 165 d.C.) – Último grande sábio grego

A Terra como centro do universo

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de International Year of Astronomy (2009).

Um dos alunos questionou:

A1: *Este mapa é da época mesmo?*

P: *É da época...*

A2: *E ninguém falava que a Terra era plana?*

Vale destacar que o quadro é uma representação do modelo de Ptolomeu, mas foi produzido em 1660 por Johannes Van Loon, sob o título “*Scenographia systematis mvndani Ptolemaici*”. Discutiu-se, então que, entre as pessoas que detinham o conhecimento na época, a ideia da curvatura da Terra já estava mais clara e que o próprio Aristóteles, cuja filosofia foi o tema inicial dessa mesma aula, já no século IV a.C., havia fornecido bons argumentos que corroboram que a Terra não é plana.

Para Moura e Silva (2014), os episódios históricos podem ser analisados em três tipos de contextos. Um deles é o metacientífico, que trata de aspectos epistemológicos, filosóficos, sociológicos e culturais. Estes podem promover subsídios para que o professor, dentro de sua conjuntura pedagógica, desenvolva uma atitude crítico-transformadora, tratando de olhar para a historicidade do conhecimento na sala de aula [H5]. Foi essa abordagem que se considerou ao longo do trabalho desenvolvido.

A importância de fomentar a construção desses saberes também pode ser destacada quando se discutia o contexto da inquisição, que ajudou a sustentar o modelo de Ptolomeu por 14 séculos. Nesse instante, um dos alunos perguntou:

*A1: Duas coisas, primeiro, Copérnico que criou o modelo Heliocentrista?*

*P: Não foi o primeiro.*

*A1: É, porque você ouve que tem gente que joga pra [inaudível], tem gente que joga pra Copérnico, tem... várias pessoas. Você encontra em várias fontes que fala: “fulano criou o [inaudível]”.*

*P: É, de fato...*

*A1: Segundo, você tem que este domínio deste conhecimento pela igreja, você tem uma difícil aceitação, porque, uai, a Terra tá no centro, porque Deus criou a Terra e, como somos perfeitos, está tudo no centro.*

*P: É, você começa a agregar coisas a esta ideia.*

*A1: Porém, como existem várias civilizações, pagãs com outras crenças que viam como Deus o Sol, os egípcios, por exemplo, que Deus morava no Sol. Você sabe se alguma dessas civilizações tinham adotado algum modelo parecido com o heliocentrismo, por conta de ter acreditado no Deus como o Sol, então o Sol como o centro?*

Como, no geral, temos muito mais contato com a cultura ocidental, não havia base conceitual para a pergunta ser propriamente respondida. Porém, foi discutido como diversas informações sobre outras culturas foram destruídas por conta de invasões de outros povos. Ainda assim, a conversa poderia ter um potencial muito maior se houvesse subsídios para destacar como outros povos elaboravam suas concepções a respeito do geocentrismo e do heliocentrismo de acordo com sua própria cultura e religião. Tendo em vista que era possível trabalhar a partir desse questionamento, o aluno compreendeu que o conhecimento científico faz parte de um desenvolvimento histórico [H6] e cultural de um mundo humano, tanto influenciando como sofrendo influências de muitos aspectos da sociedade (MARTINS, 2006).

No quarto encontro, houve uma grande dispersão do assunto discutido no curso devido às perguntas referentes a conteúdos paralelos ao que se trabalhava, sobretudo quanto a alguns termos astronômicos usados durante a aula. Ainda assim, houve a tentativa de aproveitar ao máximo as perguntas dos alunos para relacioná-las com o tema abordado no curso. Nesse contexto, um aluno indagou:

*A1: A Lua é um planetaoide?*

*P: Não, a Lua é um satélite por definição, pelo fato de orbitar a Terra que é um planeta.*

*A1: Mas ela foi um planetaoide e depois virou Lua?*

Nessa ocasião, aproveitou-se para discutir algumas teorias a respeito da formação de nosso satélite natural. Para isso, foi dito que novas evidências levaram a uma mudança na perspectiva de pensar como a Lua se formou. Tal abordagem pode fornecer aos alunos a percepção de que a Ciência não se trata de algo imutável [H7], tendo em vista que as concepções de como a Lua se formou foram mudando conforme novas evidências surgiam ao longo do tempo. Para Matthews (1994 *apud* PRESTES; CALDEIRA, 2009), a História se faz necessária para a compreensão da natureza da Ciência, neutralizando o cientificismo e o dogmatismo encontrados frequentemente nas aulas e manuais de ensino de Ciências.

## 5.2 Princípios da epistemologia da Ciência

Bachelard (1996) elenca três etapas históricas do pensamento científico: o pensamento pré-científico, o científico e o novo espírito científico. O autor ainda define que existem três estados do espírito científico: o concreto, o concreto-abstrato e o abstrato. A formação individual do espírito científico passa necessariamente pelos três. Tendo em vista a cultura intelectual, existem ainda três tipos de interesses que constituem seu aspecto afetivo pela Ciência, denominados por Bachelard (1996) como alma pueril ou mundana, alma professoral e alma com dificuldade de abstrair.

Além disso, Bachelard (1996) também assinala que o problema do conhecimento científico deve ser percebido em termos de obstáculos que surgem como um empecilho para o próprio progresso científico. Neste trabalho, serão elencados dois desses obstáculos epistemológicos: a experiência primeira e o conhecimento geral.

Foi possível encontrar ao menos um elemento epistemológico em cada encontro realizado na SD. No primeiro encontro, quando se trabalhava como os antigos observavam o céu, na tentativa de distinguir alguns astros, um aluno comentou: “*Alguns povos comparavam com Deuses também, né?*”

Após discutir sobre a relação que os antigos percebiam entre a constelação de Peixes e o período adequado para a pesca em um rio, perguntou-se aos alunos:

P: *Porém, a constelação de Peixes percorre o céu durante um longo período. Então, onde deveria estar essa constelação no período em que o rio estava bom para a pesca?*

A2: *Tem que ser perto do rio.*

P: *O que seria “perto do rio”? Vamos tentar elaborar.*

A2: *Quando reflète no rio, por exemplo.*



*P: Hum, tudo bem, até aí já pode ser uma referência. Então, vamos pensar em uma outra lógica.*

Ao buscar outro exemplo, falando sobre a relação das manadas de animais com a constelação de Touro, questionou-se:

*P: E então, qual referência eles vão pegar?  
 A2: Tá, vai ser o lugar em que os animais estão indo.  
 P: Mas e se a manada passa em outro lugar?  
 A1: Então, é o centro do céu.  
 P: Ah, o que seria o centro do céu?  
 A1: Vai na... em direção a eles.  
 P: O ponto mais alto?  
 A1: Uhum.*

Os alunos aparentam ter dificuldades em buscar referenciais que se encontrassem na esfera celeste, pois insistiam em procurar alguma referência terrestre para determinar a posição das estrelas. Tal dificuldade pode estar alinhada com a experiência primeira como obstáculo epistemológico. Isso porque existe uma inércia na primeira impressão que se tem do fenômeno, fortemente ligada aos sentidos, o que remete a uma mera constatação do que foi observado [E1] e de suas propriedades de primeiro aspecto (BACHELARD, 1996). Encontrar uma referência de posição na esfera celeste pode exigir um pouco mais de abstração do que apenas achar um referencial no solo, que se encontra em mais fácil acesso a nossos sentidos.

No segundo momento do primeiro encontro, os alunos foram levados ao ambiente externo para realizar uma observação do céu noturno a olho nu. Então, indagou-se:

*P: Alguém consegue reconhecer alguma estrela? Alguma constelação?  
 A1: Aquele ali é Saturno, não é, professor?  
 A2: Aquele só pode ser Marte.  
 P: Vocês conseguem identificar qual é planeta?  
 A3: Aquele ali mais forte é um planeta.  
 [...]  
 P: O que mais que é, ou não, um planeta?  
 A4: Os que pisca não é planeta.*

Ao afirmar que um planeta deve ter um forte brilho, os alunos passam a assumir que todo astro contendo um forte brilho deve, então, ser um planeta. Vale lembrar que, momentos antes, havia sido discutida a ideia de que os antigos davam o nome de planeta a todo objeto que se movia dentro da esfera celeste.

Como desdobramento de uma primeira experiência ao observar que um planeta visto a olho nu aparenta ter um brilho mais intenso do que os outros astros, os alunos assumem por generalização [E2] que todo astro de brilho muito forte deve ser um planeta. Para Bachelard (1996, p. 82, grifo do autor), “[...] é preciso escolher conceitos corretos e úteis a fim de mostrar que podem representar um *obstáculo* ao oferecerem ao pensamento uma forma geral prematura.”

Durante a observação do céu noturno, para apontar para alguns astros de forma mais objetiva, foi utilizado um laser verde. Nesse momento, os alunos dispersaram um pouco:

A1: *Mano, essa é a coisa mais da hora que eu já vi na vida.*  
A2: *Ô professor, deixa eu brincar com isso daí!*

Como visto, Bachelard (1996) aponta que uma das formas de adquirir o interesse pelo pensamento científico, gerando um vínculo mais afetivo com ele, ocorre mediante a alma pueril ou mundana [E3]. Tal interesse surge por intermédio de uma curiosidade ingênua por um fenômeno instrumentado que se inicia como uma brincadeira com a Física para se distrair e pode se tornar um pretexto para uma atitude mais séria.

Debateu-se rapidamente com os alunos a questão explicitada acima a respeito de se atribuir às estrelas um cintilar, enquanto os planetas brilham de forma mais constante. Então, interrogou-se:

P: *Vocês já repararam se estrelas tem cores diferentes?*  
A1: *Sim.*  
A2: *Não, as estrelas provavelmente não têm cores diferentes.*  
P: *Mas as estrelas por si só ou as estrelas que a gente observa daqui?*  
A1: *As estrelas que a gente observa daqui.*  
A2: *Não, eu acho que as estrelas por si só.*  
A3: *Ah, porque ela veio de uma nebulosa, não foi?*  
P: *Fato... [esperando que continuasse o raciocínio].*  
A3: *Então, ela pode surgir várias... pode ocorrer alguma coisa dentro que deixa ela diferente.*  
A4: *Por que não é um monte de gás?*  
A3: *É, pode ter várias cor dependendo do que tem nela.*  
A4: *Então, dependendo do gás, ela... não sei!*  
P: *Mas isso é importante, a gente vai elaborando por aí mesmo!*  
A5: *Mas, tipo, a olho nu, a gente vê quase a mesma cor.*  
A6: *Ainda mais eu, que sou míope!*  
P: *Alguém consegue perceber a diferença entre alguma estrela?*  
A7: *Ah, aqui parece que ela é mais amarelada, essa aqui de cima..., mas deve ser um planeta.*  
A8: *Esse também, eu tenho certeza que é um planeta.*

Vale ressaltar que nessa noite havia algumas estrelas que possuem uma diferente coloração em seu brilho. Tal diferença é razoavelmente fácil de ser percebida a olho nu. Dessa forma, a fala do aluno A2 — “*Não, as estrelas provavelmente não têm cores diferentes*” —, apesar da insegurança incutida na afirmativa, pode representar uma característica do pensamento pré-científico. Nele, a experiência primeira se dá como um obstáculo epistemológico para uma melhor reflexão sobre o fenômeno, uma vez que a fixação na ideia de que estrelas não possuem diferentes cores acaba superando a própria constatação visual de olhar para o céu e perceber que, numa mesma constelação, é possível identificar estrelas de diferentes cores. Para Bachelard (1996, p. 37, grifo do autor), “[...] a primeira visão empírica não oferece nem o *desenho* exato dos fenômenos, nem ao menos a descrição bem ordenada e hierarquizada dos fenômenos.”

Para um olhar mais atento ao próprio fenômeno, pode ser fácil a distinção de cores entre algumas estrelas. Entretanto, a percepção mais imediata de um olhar menos atento pode levar ao obstáculo da experiência primeira, que impede uma melhor caracterização do fenômeno.

Mesmo nos comentários de A7 — “*Ah, aqui parece que ela é mais amarelada, essa aqui de cima..., mas deve ser um planeta*” — e A8 — “*Esse também, eu tenho certeza que é um planeta*” —, é possível perceber que há certa generalização do fenômeno ao assumir que qualquer relativa diferença de brilho num astro implica que ele deve se tratar de um planeta. Segundo Bachelard (1996), existe certo prazer intelectual na facilidade da generalização apressada de um fenômeno [E4], o qual se faz valer dele mesmo para tentar atingir a compreensão de tudo.

Aproveitando o momento em que todos estavam sentados em círculo no gramado, comparou-se como seria, em escala, o tamanho da Terra se o Sol tivesse o mesmo tamanho do círculo de participantes formado no chão.

P: *Povo, quase toda estrela que a gente vê no céu não é azulada? Por quê?*

A1: *Porque o céu é azul.*

A2: *Efeito Doppler?*

P: *Não.*

A3: *Chuto que deve ser uma anã branca.*

P: *Também não.*

A4: *Tem a ver com o tipo de gás que ela emite?*

Para Bachelard (1996), há um aspecto afetivo para o conhecimento da alma com dificuldade de abstrair [E5]. Ela parece buscar a simples vontade de ter razão sem o esforço da

abstração, de modo que a experiência primeira se estabelece como obstáculo epistemológico. Tal vontade parece surgir nos alunos quando se pede a eles alguma explicação de um determinado fenômeno, como é possível observar na pergunta acima. Quando questionados sobre o porquê de a maioria das estrelas parecerem ter a coloração azulada, os estudantes tendem a disparar uma resposta que deva ter algum nível de relação com a pergunta sem o empenho de refletir melhor sobre tal relação. Assim, A1 assumiu que a coloração do brilho da estrela está atrelada ao fato de observarmos o céu azul durante o dia; A2 questionou se a coloração está vinculada ao Efeito Doppler<sup>11</sup>; e o A3 admitiu ter “chutado” que, pela cor azul, “*deve ser uma anã branca*”.

Ao observar uma estrela próxima ao horizonte, um aluno ressaltou:

A1: [...] *baixou já tudo isso?!*  
 P: *Pois é, estão vendo já como mudou a configuração?*  
 A1: *Mas não, professor, ele abaixou muito! Não era pra ter baixado tudo isso!*  
 A2: *Será que a gente não devia reparar mais antes?*  
 P: *É que antes estava claro ainda.*  
 A2: *Movimentou?*  
 P: *Sim, movimentou! Com certeza, movimentou.*

Tendo em vista o comentário de A1 — “*Não era pra ter baixado tudo isso!*” — e a pergunta de A2 sobre o céu realmente haver se movimentado, nota-se que ambos ainda não estavam certos sobre o movimento da esfera celeste no período da noite. Então, fixaram-se ao fenômeno e a suas propriedades de primeiro aspecto ao assumir que o movimento dos astros deveria ser mais lento. Contudo, para Bachelard (1996, p. 52), “no máximo, as experiências primeiras podem ser retificadas e explicitadas por novas experiências.”

A3: *Olha ali! Tá vendo aquilo ali que tá voando perto de Marte? Mano, aquilo é um OVNI [Objeto Voador não Identificado], óbvio!*  
 P: *Ah, galera, isso é um satélite. Olha que legal!*  
 A2: *Como você sabe?*  
 A3: *Como você sabe que é um satélite?*  
 P: *Pela velocidade e o brilho.*  
 A4: *Eu achava que era um avião, sério.*  
 A3: *Mano, então eu vi um satélite ontem!*  
 [...]
   
 A5: *Eles têm uma distância certa?*  
 P: *Têm! Vocês vão aprender exatamente isso comigo ainda, a calcular essas distâncias.*  
 A5: *No curso?!*  
 P: *Não, na aula mesmo.*

---

<sup>11</sup> Trata-se da variação da frequência de uma onda quando emitida ou refletida por um objeto em movimento.

A5: *Ah bom! Já tava indo embora!*

[...]

A1: *Professor, por que que o satélite aumentou a luz do nada?*

P: *Ah, o que que vocês acham?*

A2: *É o espelho? É porque ele tá em órbita, na órbita da Terra, ou não?*

A3: *Ele chegou perto do Sol?*

Quando A3 perguntou sobre como se sabia que o objeto observado se tratava de um satélite, foram apresentadas duas grandezas físicas que poderiam ser vinculadas ao fenômeno observado: a velocidade e o brilho. Surgiu aqui uma oportunidade para mostrar aos alunos uma característica do espírito concreto-abstrato [E6], o qual, segundo Bachelard (1996), caracteriza-se pelo estado do espírito científico, que não se retém apenas à observação do fenômeno, mas acrescenta à experiência física uma geometrização dele. Nota-se também uma resistência à geometrização do fenômeno ao ser comentado com os alunos que eles aprenderiam como calcular a distância de tais satélites nas aulas regulares. Um dos estudantes indagou se no curso seria abordado tal tema, ameaçando num tom de brincadeira que, se fosse esse o caso, ele “*já tava indo embora!*”. Para Bachelard (1996), cabe ao educador criar e manter um interesse que compõe um aspecto afetivo à cultura intelectual que não se confunda apenas com um entusiasmo fácil, mas sim com certa paciência científica para que tal interesse não se torne apenas sofrimento.

No segundo encontro, no qual se discutiu a evolução histórica dos modelos de movimentos dos astros pautado no geocentrismo e heliocentrismo, ao mostrar uma animação representando o modelo dos epiciclos de Ptolomeu como explicação para o movimento das laçadas dos planetas no céu, um dos alunos perguntou:

A1: *Mas a Terra não faz isso, né?*

P: *Então..., será? Faz sentido este modelo, não faz? Ele não explica a questão das laçadas no movimento dos planetas?*

A1: *Porque, assim, se ela [Terra] tá se movendo em torno do Sol lá... ao longo do ano, então acho que..., não sei dizer.*

Na sequência, foi aproveitada a situação para discutir que, nesse período, uma explicação lógica era suficiente para se convencer do próprio argumento; dessa forma, o modelo de Ptolomeu era bem aceito. Segundo Bachelard (1996), existe, no pensamento pré-científico [E7], certa racionalização prematura, a qual expressa uma vontade de ter razão que não leva em consideração qualquer prova explícita.

Em seguida, o mesmo aluno perguntou se a temperatura em nosso planeta “tem a ver” com esse modelo de Ptolomeu. Então, aproveitou-se para discutir a relação das estações do ano com a inclinação do eixo de rotação da Terra, enfocando no plano orbital. É possível notar que, talvez até de forma inconsciente, o aluno acabou assumindo como verdadeira a proposta de Ptolomeu, o que corresponde a uma alma com dificuldade de abstrair, a qual, segundo Bachelard (1996), entrega-se aos interesses indutivos imperfeitos sem um estável suporte experimental.

Retomando o modelo de Ptolomeu, comentando que ele não condizia muito bem com o que era observado no céu, um dos alunos falou: “*Aí, então, a gente faz como se faz com qualquer coisa com dificuldade pra Física, você usa uma constante.*” Então, discutiu-se como Tycho Brahe tentou fazer adaptações ao modelo de Ptolomeu na tentativa de representar melhor a realidade. Esse contexto tem a característica concreto-abstrata [E8] do espírito científico, conforme definido por Bachelard (1996). Mesmo tentando acrescentar uma geometrização do mundo para a melhor compreensão do fenômeno de movimento dos astros, o conceito de Brahe ainda ficou estagnado, devido ao forte apoio na abstração sensível que considerava que a Terra não poderia estar em movimento sem que se pudesse senti-lo. Assim, nesse caso da história da Astronomia, também é observado o aspecto afetivo do espírito científico, a alma professoral, que acaba por ficar estagnada em sua primeira abstração do fenômeno (BACHELARD, 1996).

Enquanto se conversava com os alunos sobre o papel do movimento dos astros na transição do pensamento geocêntrico para o heliocêntrico e se tentava explicar o movimento das laçadas que os planetas realizavam no céu, um estudante perguntou:

*A1: É por isso que, tipo, os dias lá [em Marte] são menos do que aqui? Tipo... um dia lá são cinco dias aqui?*

*P: O passar dos dias tem a ver com a rotação do planeta, e não com a revolução em torno da estrela, sacou? Mas aí, em Marte, o ano de Marte vai durar muito mais do que aqui. Agora, de fato, o dia em cada um dos planetas vai ter diferença, não por conta da órbita dele...*

*A1: Não é por causa da distância?*

*P: Não, não o dia. A distância não influencia no dia, a distância vai influenciar no ano, mas, no dia, o que influencia é a rotação dele, a rotação que ele tem em torno do próprio eixo.*

Apesar de o aluno perceber que existe uma relação entre o tempo decorrido e a órbita de um planeta, ainda estava preso ao conhecimento geral. Associou, de forma descuidada, a translação ao passar dos dias, fenômeno este que está, na verdade, vinculado à rotação do planeta.

Para Bachelard (1996), o que mais prejudicou o progresso do conhecimento científico foi a falsa doutrina do geral. O conhecimento geral [E9] parte da observação de um fenômeno e tenta, de forma ingênua e descuidada, utilizá-lo como referência para a compreensão ou mesmo para a explicação de outro. Ainda que, no fenômeno citado acima, trate-se tão somente da experiência cotidiana na relação que há entre o dia e o passar do tempo, parece haver uma generalização descuidada no entendimento de que o raio orbital de um planeta está diretamente relacionado com o passar do tempo nesse dado planeta.

No terceiro encontro, já na segunda metade, os alunos foram levados para o gramado para fazer observações com um telescópio Dobsoniano e um Galileoscópio, porém, nesse momento, o céu estava nublado, quase que por completo, e não havia nenhum objeto celeste de interesse visível. Dessa forma, os telescópios foram apontados para um pedágio localizado na rodovia, cerca de 7,5 km distante do local onde estávamos. Os alunos estavam bastante entusiasmados e conversavam bastante entre si, o que dificultou muito a compreensão das conversas no áudio. Enquanto observavam através do telescópio, conversava-se com eles sobre algumas das características mostradas na aula, como encontrar o valor da distância focal do aparelho e das oculares, saber quais instrumentos eram refletores ou refratores e aprender o papel da buscadora no telescópio Dobsoniano.

A luneta buscadora do telescópio Dobsoniano tem uma abertura (ou lente primária) com as dimensões muito parecidas com a abertura do Galileoscópio, porém, devido a ópticas diferentes, a buscadora tem um campo de visão maior que o do Galileoscópio, bem como uma ampliação menor com relação ao Galileoscópio. Foi pedido que os participantes observassem o mesmo objeto (no caso, o pedágio) com o Galileoscópio e com a luneta buscadora, e foi solicitado que explicassem a diferença que percebiam. Uma das alunas comentou:

A1: *Não sei, achei melhor esse daqui [apontando para a luneta buscadora], a imagem tá mais clara. Porque aquela [referindo-se ao Galileoscópio] tá mais borradinha.*

P: *Então tá mais nítida?*

A1: *Isso, mais nítida!*

A2: *O foco dessa aqui [apontando para o Galileoscópio] é maior que essa [apontando para a luneta buscadora]?*

Após observar através dos dois aparatos, A2 perguntou: “*O foco dessa aqui é maior que essa?*”. Esse questionamento revela aspectos do espírito científico em seu estado concreto-abstrato [E10] (BACHELARD, 1996). Nesse caso, o aluno demonstra assimilar determinada grandeza física ao se referir ao foco dos instrumentos, com o apoio na abstração dos sentidos

ao observar a diferença na imagem vista em cada um dos instrumentos, não se restringindo apenas ao aspecto sensível da formação das imagens.

No quarto encontro, já no início da aula, foi feito um brevíssimo resumo sobre o que havíamos discutido nas aulas até então. Quando os alunos foram indagados sobre o que os antigos observaram no céu antes do uso dos telescópios, uma aluna comentou sobre os cometas. Então, aproveitou-se o momento para explicar brevemente a diferença entre cometas, meteoros, meteoritos e asteroides. Durante a explicação, um dos alunos perguntou sobre chuva de meteoros; assim, também se abordou brevemente a origem das chuvas de meteoros a partir da cauda de cometas.

Ao final da explicação, uma das alunas perguntou se nos meteoritos seria possível encontrar materiais que não conhecemos, como um elemento que não é encontrado na tabela periódica. A pergunta foi aproveitada para criar uma relação com o tema de espectroscopia da aula. Assim, repassou-se a questão para toda a turma. As opiniões ficaram divididas: alguns estudantes diziam que sim, é provável que haja elementos que não conhecemos; e outros falavam que não.

Enquanto se elaborava que, por muito tempo, não se sabia da origem dos elementos da tabela periódica, um dos alunos interrompeu a explicação com a pergunta:

*A1: Mas, assim, sobre o cinturão de Kepler...*

*P: Kuiper?*

*A1: Kepler é outra coisa? Ah sim, Kuiper então... sobre este cinturão, ele tem algum motivo muito bizarro pra ter se formado, ou foi natural assim? Foi e foi.*

Infelizmente, temendo que a conversa fugisse muito da temática principal da aula, foi dito aos alunos que, para discutir melhor sobre isso, deveria ser proposta uma aula sobre formação do Sistema Solar. E prometeu-se tentar elaborar para eles essa aula em outro momento.

Na sequência, um dos alunos perguntou se a composição do meteorito que supostamente extinguiu os dinossauros era ligeiramente diferente da composição das rochas na Terra. Ele queria saber se essa mesma composição poderia ser encontrada em maior quantidade no espaço do que em nosso planeta. Insistiu-se que esse seria um assunto para tratar também numa aula sobre formação do Sistema Solar. Porém, devido ao grande interesse, tentei brevemente associar a relação de haver minérios mais densos em regiões de afloramento rochoso. No processo, comentou-se:



P: [...] o meteoro que está lá em cima, pode ser que formou-se um planetóide...

A1: O que é um planetóide?

Ao comentar sobre o planetóide ser como um asteroide, a mesma aluna indagou: “Mas e o Sol? Ele é um corpo também?”. Ao explicar rapidamente que o Sol possuía a maior parte da massa de todo o Sistema Solar, outro estudante perguntou:

A1: A Lua é um planetóide?

P: Não, a Lua é um satélite por definição, pelo fato de orbitar a Terra, que é um planeta.

A1: Mas ela foi um planetóide e depois virou Lua?

Então, explicou-se rapidamente que a Lua surgiu a partir de um impacto na Terra, quando esta ainda estava no período de sua formação. Foi dito que essa abordagem se tratava de uma teoria mais aceita atualmente, mas ainda não se tinha muita certeza sobre a formação da Lua. Então, uma aluna perguntou:

A1: A Lua foi um pedaço do polo norte?

A2: Mas o satélite da Terra, beleza. Mas e o satélite de Júpiter, pode ser considerado um planetóide?

P: Não, por definição é um satélite, porque orbita um planeta, sacou?

A2: Planetóide não pode orbitar um planeta?

P: Não, faz sentido a gente falar em planetóide no momento da formação [...].

A3: Se um meteoro passa perto de um planeta, ele vira um satélite?

Então, foi discutido que, caso um asteroide (não um meteoro) fosse aprisionado pela gravidade do planeta, ele se tornaria sim um satélite. Citou-se o caso de algumas pequenas luas de Júpiter que são, de fato, asteroides capturados pela gravidade do planeta. Então, uma estudante indagou:

A1: Todas as luas de Júpiter têm nome?

P: Ah, as quatro principais têm. Tem os apelidos lá, mas todas as outras tem nome de catálogo.

A2: Essas quatro luas que orbitam Júpiter, é quase idêntica a nossa ou são completamente diferentes?

P: Não, completamente diferente. Cada uma tem uma característica muito singular. Mas volto a dizer, isso vai ter que ser tema de outras aulas, porque dá uma aula inteira só pra gente discutir um pouquinho sobre isso.

Depois disso, finalmente, foi retomada a fala sobre o que era possível observar no céu pelos antigos a olho nu.

Tamanha quantidade de desvios do foco principal do conteúdo da discussão inicial pode ser relacionada com o aspecto afetivo do espírito científico, o qual se relaciona com uma alma pueril ou mundana [E11] (BACHELARD, 1996). Isso se associa ao interesse pelo fenômeno por meio de uma curiosidade ingênua. Bachelard (1996) também caracteriza como um pensamento pré-científico a busca pela variedade e não pela variação do fenômeno, o que pode ter levado os alunos a insistirem no que poderia ser chamado de planetóide, e não nos elementos que deveriam ser assimilados.

No quinto encontro, era previsto fazer uma observação remota com o telescópio do observatório astronômico da UFSCar. Porém, no dia dessa atividade, o céu estava completamente nublado, e não foi possível realizá-la.

Para aproveitar parte do tempo com os alunos, foram mostradas algumas imagens produzidas previamente pelo próprio telescópio que seria utilizado para a observação, mas não de forma remota. Relatou-se também que, para obter uma boa imagem de um planeta pelo telescópio, era necessário gravar um vídeo sobre ele; depois, mediante *softwares*, as várias imagens videogravadas seriam transformadas em uma única imagem melhorada. Foi citado também o uso de ferramentas matemáticas usadas pelos *softwares* para o referido aprimoramento e a utilização de alguns filtros luminosos para traçar estratégias para gerar uma imagem colorida do planeta.

Nesse contexto, foram exibidas aos alunos algumas imagens que já haviam sido adquiridas pelo observatório astronômico da UFSCar para que eles constatassem brevemente que as fotografias obtidas diretamente pelo telescópio não possuíam uma qualidade muito boa, mas que, depois de tratadas por *softwares*, havia uma melhora significativa. Ao mostrar uma imagem de Saturno, era possível verificar que, depois do processamento da imagem, passava a ser possível visualizar algumas luas do planeta. Nesse momento, um aluno perguntou:

A1: *Quantas luas esse planeta tem?*

P: *Saturno tem mais de..., se não me engano, tem mais de 60 luas.*

A1: *[...] tudo isso de lua?!*

P: *Pois é. Só que cinco delas dá pra ver daqui da Terra com telescópio.*

A1: *Mas a maioria é tudo maior que a nossa?*

P: *Maior que a nossa. A maioria é tudo muito pequenininha, a gente não consegue ver nem com telescópio daqui.*

A1: *Sim, mas fica distante... perto dela?*

P: *Fica... ah, varia muito. Tem luas mais próximas, luas mais distantes.*

A2: *Se amanhã a nossa lua sumisse do céu, nada seria afetado?*

P: *Certamente, iria influenciar na maré, lembram? Os efeitos de maré depende da massa da Lua e depende da distância em que a Lua está.*

A3: *Por quê?*

Diante da dúvida do aluno, foi explorada a equação da gravitação universal para mostrar que a força entre dois astros dependem do inverso do quadrado da distância e evidenciar que, tendo em vista que a Terra é um corpo extenso, as forças que a Lua aplicam no planeta são diferentes em distintos locais no planeta, o que implica uma deformação de nossos oceanos causando as marés. Tal discussão traz à tona a importância da geometrização do mundo para explicar um determinado fenômeno, que pode indicar uma transição do estado do espírito científico concreto, que permanece entretido na observação do fenômeno, para o estado concreto-abstrato [E12], no qual a geometrização do fenômeno passa a ser um apoio para sua abstração, como definido por Bachelard (1996).

Considerando que, nesse dia, o tempo estava muito nublado, portanto não era possível executar a observação remota, perguntou-se aos alunos quais seriam os lugares mais interessantes para a construção de observatórios remotos. Logo após alguns estudantes concluírem que um bom lugar seria em algum deserto, foi também comentada a possibilidade de, no futuro, edificar um observatório na Lua. Nesse momento, um dos alunos indagou:

A1: *Na Lua?*

P: *Na Lua, porque na Lua não tem atmosfera [...]*

A1: *Mas e não tem gravidade, e o negócio vai flutuar? Porque tipo, pra pregar no chão, não tem chão a Lua.*

A2: *Ahn?*

P: *Mas, e aí?*

A1: *É uma massa só, teria que ter que criar alguma coisa pra ficar segurando.*

A2: *Então... um prego.*

A1: *Ah, mas um prego não vai pregar na Lua!*

A2: *Claro que vai, mano!*

[inaudível]

A3: *Não tem força, véi!*

P: *Mas não tem gravidade na Lua?*

A1: *No espaço não tem gravidade.*

[inaudível]

P: *Mas a Terra não tá no espaço?*

A1: *Tá, mas é por causa da atmosfera e do núcleo da Terra. Porque o núcleo puxa pra ter gravidade.*

P: *Ah, então vamos por partes. É o núcleo da Terra que gera gravidade?*

A1: *Não, é a antigravidade. Não deixa ele... você entendeu, vai!*

P: *Eu tô tentando elaborar junto pra gente entender. O que que faz ter gravidade? Qual característica?*

A1: *Não tem matéria.*

P: *Então vamos por partes, olha. Matéria é algo que gera campo gravitacional... massa, certo?*

A1: *Se você tá falando, tá certo.*

P: *Ué, tá na equação... força gravitacional...*  
 A1: *Então tá certo!*

Segundo Bachelard (1996), há, no conhecimento geral como forma de obstáculo epistemológico [E13], uma facilidade apressada na generalização de determinado fenômeno, partindo de sua observação e a utilizando de forma ingênua e descuidada para compreender ou explicar melhor outro fenômeno. É possível verificar nas falas do aluno certa generalização na compreensão do que é a “força gravitacional”, levando-o a crer que tudo que está para além da atmosfera terrestre não deve sentir a força da gravidade. Então, ele generaliza tal concepção para a Lua ao assumir que não há gravidade nela, uma vez que ela se encontra no espaço.

Foi possível marcar um segundo encontro com os alunos para uma nova tentativa de uso do telescópio remoto. Nessa nova tentativa, o tempo também estava nublado, porém havia condições de fazer apenas uma rápida observação remota da Lua. Contudo, a atividade sofreu um grande atraso devido ao travamento inesperado de um dos lados da cúpula no observatório, o qual bloqueou o apontamento do telescópio para a Lua. E pouco depois de resolver o problema do travamento da cúpula, a conexão com a Internet, no Observatório Astronômico da UFSCar, foi interrompida por um longo tempo, sendo reestabelecida tardiamente, no horário em que os alunos precisavam ir embora.

Ainda foi marcada uma terceira tentativa de fazer uma observação remota, mas nesse dia o céu também permaneceu bastante instável, podendo revelar apenas a Lua por alguns momentos durante a observação. Tendo em vista que o telescópio se localiza em São Carlos e a observação remota estava sendo feita na cidade de Matão, a cerca de 70 km de distância, houve um momento em que a Lua foi observada pela tela do computador em Matão logo após ter sido revelada por estar atrás de uma grande nuvem que impedia sua visibilidade. No instante em que isso ocorreu, foi sugerido aos alunos para irem para fora verificar se também era possível observar a Lua de Matão. Ao sair da sala, o céu estava parcialmente nublado, e os alunos começaram a procurar a Lua. Então, um deles perguntou:

A1: *Ué! Cadê a Lua, professor?*  
 P: *Pois então, ela tem que estar aqui no céu, não tem? Não estamos vendo ela pelo telescópio ali no computador agora mesmo?*  
 A1: *Mas ela deveria estar por aqui, eu sei que ela tá por aqui, por cima da cantina.*  
 P: *Exatamente, ela tá por aí mesmo.*  
 A1: *Então tá atrás da nuvem!*  
 P: *Isso mesmo! Mas na tela do computador a gente tá conseguindo ver agora, não tá?*

*A1: Ah, é a mesma nuvem que tava tampando ela aquela hora então? Quer dizer que lá em São Carlos é outra nuvem que tava tampando ela?*

*P: A nuvem deve ser a mesma, mas aqui de Matão a gente observa a Lua numa perspectiva um pouco diferente de lá de São Carlos. Então, daqui ela tá coberta pela nuvem, mas, lá em São Carlos, um observador de lá já observa ela num ângulo que ela já se encontra pra fora da nuvem.*

Isso demonstra um dos aspectos importantes do telescópio remoto: obter imagens de um local cujo céu não está nublado. A fala do aluno pode estar relacionada a uma concepção mais ingênua sobre o fenômeno observado, pois ele não percebeu que há uma relação com a perspectiva pela qual a Lua está sendo observada a partir de dois locais diferentes, sendo que num deles a Lua se encontra por trás das nuvens e no outro não. Tal concepção ingênua [E14] pode levar, inclusive, a um obstáculo epistemológico da experiência primeira (BACHELARD, 1996).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho permitiu a elaboração de uma Sequência Didática embasada na observação astronômica. Essa SD possibilitou traçar um caminho pela história e epistemologia da Ciência para a utilização de um telescópio remoto. Em cada um dos encontros realizados, foi possível elencar algumas relações com a história e epistemologia da Ciência a partir de falas em discussões realizadas diretamente com os alunos.

Alguns percalços que ocorreram ao longo do trabalho podem ser destacados aqui. Um deles foi encontrar uma instituição de ensino que cumprisse com algumas exigências da aplicação da Sequência Didática, a qual deveria ser destinada a um grupo de alunos pertencentes a qualquer ano do ensino médio mediante inscrição via interesse em participar de um curso de observação astronômica. A primeira tentativa foi a realização do curso em uma escola pública estadual localizada no município de Ibaté/SP. Porém, a instituição informou de última hora que não haviam sido feitas inscrições para a formação proposta, pois o horário de realização dela coincidia com as aulas de Geografia da turma que participaria do estudo. Além disso, o primeiro dia da SD coincidia com a reunião de pais da turma em questão, que era realizada na própria sala de aula onde ocorreria o curso, atrasando consideravelmente o andamento deste e comprometendo a aplicação do primeiro encontro. Nos encontros que se seguiram, quase todos os alunos faltaram por saberem que não se tratava de uma disciplina regular ou por conta de emenda de feriados.

Na segunda tentativa, a proposta foi oferecida como curso de verão durante o período de férias de uma escola particular do município de Bebedouro/SP nos mesmos parâmetros, porém os cinco encontros foram realizados em dias consecutivos. Em última hora, a instituição avisou que não havia sido feita uma lista de interessados, mas sim uma divulgação via redes sociais, além de ter aberto o curso para a comunidade. Assim, quase todos os participantes não eram estudantes do ensino médio da instituição, o que se transfigurou em algo mais parecido com um evento de observação astronômica do que com a aplicação da Sequência Didática em si.

Na terceira tentativa, foi possível realizar a atividade como projeto de ensino no Instituto Federal de São Paulo, no *Campus* Matão. Ingressei nessa instituição como professor substituto ao longo do andamento do mestrado, o que facilitou muito a aplicação da SD.

Outro percalço foi a instabilidade do clima da região para realizar a atividade da observação remota, mesmo sendo marcada em meses em que não se esperava tempos de chuva

ou de céu nublado. Porém, em todos os dias agendados para a observação remota, o céu permaneceu total ou parcialmente nublado.

Cabe frisar também a importância da estabilidade da conexão com a internet tanto da instituição em que está sendo feita a observação remota quanto do observatório. Isso porque uma das atividades foi comprometida devido à falta de conexão, que ocorreu por parte da UFSCar, onde está localizado o observatório.

Trabalhar o tema da Astronomia com os alunos permitiu um grande envolvimento deles ao longo do curso. Isso mostra a importância do espaço que a Astronomia precisa ter na educação, não somente pelo maior interesse dos alunos, mas também por seu potencial em se relacionar com diversos outros assuntos, sobretudo tópicos da história da Ciência.

Além disso, durante a aplicação do curso, foi possível observar que alguns aspectos poderiam ser mais bem explorados numa próxima aplicação. Tais fatores são desenvolvidos no *redesign* previsto no processo iterativo de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem.

## **6.1 Redesign**

No decorrer da aplicação do curso, foi observado que faltava aos alunos alguns conhecimentos elementares a respeito do conteúdo de Astronomia, principalmente com respeito à classificação de corpos celestes e a suas principais características. Tal ausência de conteúdo prejudicou um pouco o andamento do curso, pois foram necessárias algumas intervenções no decorrer das aulas para explicar alguns conceitos que os alunos não possuíam. Esses conteúdos não haviam sido antecipados durante o desenho da SD.

Ausubel (1980, 2000 *apud* Moreira, 2008), ao discutir sobre a aprendizagem significativa, indica a importância dos organizadores prévios como materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si. Sua principal função é a de construir “pontes cognitivas” entre o que o aluno já sabe e o que ele deveria saber.

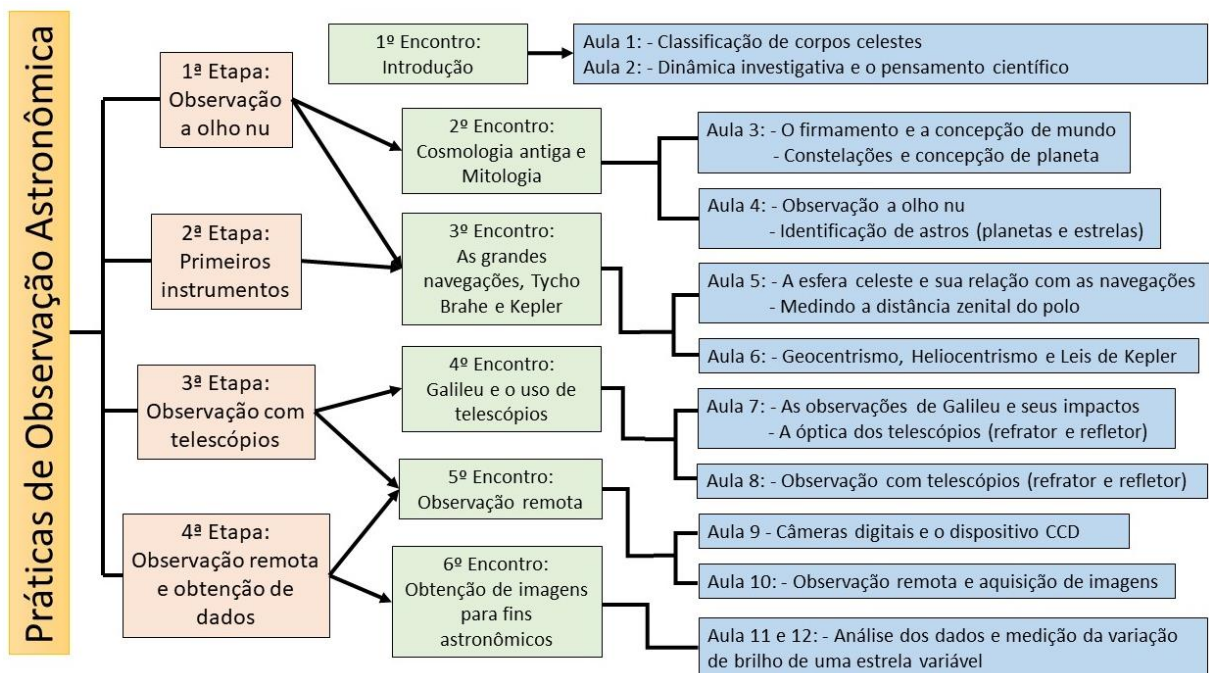
Nos primeiros momentos da SD, tratou-se de temas que envolvem a concepção de determinados corpos celestes — como planetas, estrelas e constelações —, além da noção do que concebemos hoje sobre o que são galáxias ou até mesmo o próprio Universo. Assim, é necessário que os alunos tenham uma concepção mais apurada sobre a diferenciação de cada um desses termos, bem como conheçam a forma como eles se organizam, ou seja, saibam que uma galáxia contém estrelas, que planetas orbitam estrelas e que uma constelação tem um

determinado conjunto de estrelas. Sem uma compreensão básica sobre o que cada um desses termos significa, as primeiras discussões da SD podem se tornar um tanto quanto confusas.

Para Pessanha (2017), os pressupostos mais relevantes para a estruturação da SD são chamados de *princípios estruturadores*. Também podem existir princípios que influenciam a definição das atividades envolvidas na SD, mas não fazem o papel de “conectores” de tais atividades, e são denominados pelo autor de *princípios auxiliares*. Como observou-se ao longo do curso que muitos alunos ainda não dominavam algumas classificações básicas a respeito dos corpos celestes, parte do *redesign* denominou como um princípio auxiliar os organizadores prévios para elaborar um primeiro encontro introdutório sobre tais conteúdos, de forma a anteceder as discussões sobre cosmologia antiga.

Com isso, conforme sugerido no Apêndice A, para uso de professores(as), o esquema geral da estrutura da Sequência Didática, após o seu *redesign*, resultado deste estudo, dar-se-ia como exposto na Figura 11:

Figura 11 – *Redesign* do esquema da Sequência Didática



Fonte: Elaborado pelo autor.

No primeiro momento desse encontro inicial, o planejamento inclui discutir rapidamente uma classificação de corpos celestes, ressaltando algumas de suas definições para facilitar a diferenciação deles para os alunos. Aproveita-se essa aula também para introduzir



uma breve discussão sobre a questão de Plutão, que, mesmo nos tempos mais recentes, necessitou ser reclassificado com a criação de uma nova categoria de “planeta anão”. Esse exemplo mostra que a Ciência não se trata de verdades absolutas, mas sim de um conhecimento constantemente em construção, o que colabora com a tentativa de neutralizar o cientificismo e o dogmatismo nas aulas.

Ao longo da aplicação da SD, percebeu-se também que, em diversos momentos em que os alunos eram questionados sobre algum fenômeno, muitos tiveram a tendência de apresentar uma resposta mais imediata do que uma resposta mais bem elaborada e mais crítica diante do próprio contexto da pergunta. Pensou-se, então, em uma estratégia para problematizar tal situação e para apresentar aos alunos uma primeira discussão sobre a ideia de que um determinado conhecimento habitual que temos sobre algo ou mesmo certa convicção a respeito de algo pode se tornar um obstáculo quando tentamos interpretar o real (BACHELARD, 1996). Tal estratégia consiste em utilizar o segundo momento do primeiro encontro, adicionado no *redesign*, para desenvolver com os estudantes uma dinâmica investigativa como alternativa a ser usada na discussão sobre a importância de um bom questionamento como método investigativo; a ideia é que a pergunta formulada seja mais significativa que a resposta adquirida. Nessa atividade, fornece-se aos alunos um pequeno fragmento de uma história fictícia, e eles devem descobrir o contexto como um todo apenas formulando perguntas, cujas respostas estão limitadas a: sim, não ou irrelevante. Tal dinâmica permite que os alunos percebam a relevância de uma questão bem elaborada para o processo investigativo, em vez da emissão rápida de opinião a respeito do referido contexto.

Na intenção de se afastar de um fenômeno dado àquilo que é o diretamente perceptível, é possível pensar na transição do pensamento concreto para o concreto-abstrato também como um princípio estruturador a ser introduzido no *redesign*, tendo em vista que a própria definição de uma pergunta faz parte desse distanciamento. Dessa forma, a discussão sobre como a opinião pode se tornar um obstáculo ao traduzir necessidades em conhecimento pode ser retomada na aula em que se aborda os modelos de movimento dos astros e em que a geometrização das órbitas passa a confrontar os sentidos à medida que começa a considerar a Terra em movimento. Há, nesse caso, a necessidade de uma superação epistemológica no pensamento científico para dar crédito ao modelo de Copérnico.

Ao longo do terceiro e do quarto encontro — no que diz respeito à óptica dos telescópios, ao comportamento da luz como onda eletromagnética e à relação entre o olho humano como detector e as câmeras digitais —, as aulas parecem ter adquirido um aspecto

muito mais expositivo, havendo pouca ou nenhuma interação com os alunos no desenvolvimento do conteúdo. Tendo em vista que a Sequência Didática desenvolvida visa a dar um significado para o uso de uma observação com telescópio remoto norteado por aspectos da história e epistemologia da Ciência, foi repensada a prática com o telescópio remoto prevista para o último encontro. Assim, não é mais necessário desenvolver uma ampla discussão sobre a relação do olho humano com as câmeras digitais usadas em grandes observatórios, o que possibilita o foco na forma como utilizamos telescópios hoje para a obtenção de dados para análises que não seriam possíveis apenas com uma pessoa observando diretamente através de um telescópio.

Uma prática que se mostra promissora é a atividade apresentada por Fidêncio Neto (2017) sobre estrelas variáveis. Nela, busca-se observar repetidamente uma estrela variável para que se construa um gráfico de sua magnitude em função do tempo para, com isso, determinar o período de variabilidade de brilho da estrela. Fidêncio Neto (2017) apresenta diversas estrelas de curtos, médios e longos períodos de variação de magnitude, que podem ser observadas no céu noturno em distintas épocas do ano, o que viabiliza a execução da atividade na maior parte do ano, não sendo necessário ter uma janela de tempo exata para que seja possível observar um determinado planeta, por exemplo.

Ainda assim, deve-se levar em consideração a época do ano para realizar uma observação remota com os estudantes, de modo que haja menor chance de frustração. Porém, é preciso destacar que, mesmo marcando diversas datas em uma época em que não se esperava chuvas ou céu nublado para a observação remota, na aplicação desta Sequência Didática, em todos os dias agendados, o céu não se demonstrou estável o suficiente para fazer uma atividade de observação mais elaborada.

A prática de observação de estrelas variáveis se torna interessante pela possibilidade de extrair dados diretamente do telescópio remoto para que os alunos verifiquem, por meio de um gráfico, a variação de brilho da estrela. Contudo, pensando em uma perspectiva mais ampla, considerou-se propostas para outros projetos e atividades que podem ser aplicados ao uso do telescópio remoto. Uma possibilidade seria observar outros astros ou fenômenos que não estariam visíveis, na ocasião, em seus locais ou nos telescópios/instrumentos da instituição em que o curso foi feito. Como exemplos, podem ser obtidas imagens do Sol, de eclipses, de planetas, das fases de Vênus, dos trânsitos de Mercúrio ou Vênus, de meteoros, de cometas, de asteroides, de fenômenos dos satélites de Júpiter ou Saturno, de ocultações de estrelas pela Lua, de planetas ou asteroides, de nebulosas, de estrelas duplas etc.

Seja como for, certamente tais projetos dependerão do conteúdo, dos instrumentos e dos recursos disponíveis na ocasião para professores e alunos. Para cada caso, faz-se necessário um planejamento tendo em conta uma SD, a formação de professores e os instrumentos disponíveis. Espera-se que tais abordagens sejam úteis para o ensino de Astronomia e incentivem futuros estudos.

## REFERÊNCIAS

AMORIM FILHO, A. A. **Uso de telescópios remotos no ensino da astronomia: da interface na Web à aplicação no estudo do Catálogo Messier e da Lua.** 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2017.

ARMSTRONG, J. D. *et al.* Student Astronomical Research in Hawai'i – A case study for use of robotic telescopes in education. **Robotic Telescopes, Student Research and Education (RTSRE)**, Melbourne, v. 1, n. 1, p. 321-328, 2018.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.** 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.

BERTHOMIEU, F. Computer as a tool in astronomy teaching. *In: INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION COLLOQUIUM*, 162, London, 1996. **Proceedings...** Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p. 89-92

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Qualitative Research for Education.** Boston: Allyn and Bacon, 1982.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular.** Brasília, DF, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC\\_19dez2018\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf). Acesso em: jan. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular: ensino médio.** Brasília, DF, 2018. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category\\_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192). Acesso em: abr. 2020.

CONSTANTINOU, C. (coord.). **Materials Science Project. Publishable Final Activity Report.** Cyprus: University of Cyprus, 2010. Disponível em: [https://cordis.europa.eu/docs/publications/1256/125670021-6\\_en.pdf](https://cordis.europa.eu/docs/publications/1256/125670021-6_en.pdf). Acesso em: jan. 2019.

DUPRÉ, S. Galileo's telescope and celestial light. **Science History Publications**, London, v. XXXIV, p. 369-399, 2003. Disponível em: [http://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle\\_query?db\\_key=AST&bibcode=2003JHA....34..369D&letter=0&classic=YES&defaultprint=YES&whole\\_paper=YES&page=369&epage=369&send=Send+PDF&filetype=.pdf](http://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle_query?db_key=AST&bibcode=2003JHA....34..369D&letter=0&classic=YES&defaultprint=YES&whole_paper=YES&page=369&epage=369&send=Send+PDF&filetype=.pdf). Acesso em: fev. 2020.

DURAN, J. F. **Teodolito caseiro.** Pelotas, 2014. 1 fotografia. Disponível em: <http://praticaspedagogicas.com.br/blog/wp-content/uploads/2014/06/DSC00062.jpg>. Acesso em: maio 2020.

FERRACIOLI, L. O 'V' Epistemológico como instrumento metodológico para o processo de investigação. **Revista Didática Sistêmica**, Rio Grande, v. 1, p. 106-125, 2005.

FIDÊNCIO NETO, M. **Atividades didáticas observacionais com telescópios operados remotamente**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

GALÁPAGOS JOGOS. **Black Stories**. São Paulo, [20--]. Disponível em: <https://www.galapagosjogos.com.br/enigmas-e-charadas-black-stories/produto/BLK001>. Acesso em: maio 2020.

GOMEZ, E. L. Las Cumbres Observatory: Building a global telescope network from the ground up. **Highlights of Astronomy**, Cambridge, v. 16, p. 646, Aug. 2012.

GOWIN, D. B. **Educating**. Ithaca: Cornell University Press, 1981.

GUERRA, A. *et al.* A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 32-46, 1998.

INTERNATIONAL YEAR OF ASTRONOMY. **Microsoft powerpoint presentation template**. Garching bei München, 2009. 1 imagem. Disponível em: <https://www.astronomy2009.org/resources/branding/index.html>. Acesso em: maio 2020.

MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. *In*: SILVA, C. C. (org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. XXI-XXXIV. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/284269/mod\\_resource/content/2/LIVRO%20CIBELI.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/284269/mod_resource/content/2/LIVRO%20CIBELI.pdf). Acesso em: jan. 2019.

MEGID NETO, J. Gêneros de trabalho científico e tipos de pesquisa. *In*: MEGID NETO, J.; KLEINKE, M. U. (org.). **Fundamentos de Matemática, Ciências e Informática para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental** Campinas: FE/Unicamp, 2011. p. 125-132. v. 3.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-Learning Sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, London, v. 26, n. 5, p. 635-652, 2004.

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, La Rioja, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008.

MOURA, B. A.; SILVA, C. C. Abordagem multicontextual da história da ciência: uma proposta para o ensino de conteúdos históricos na formação de professores. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 336-348, 2014.

PESSANHA, M. C. R. A prática baseada em design: um modelo de ação reflexiva na formação de professores de ciências. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 1-13. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2297-1.pdf>. Acesso em: jan. 2019.

PESSANHA, M. C. R. **Estrutura da matéria na educação secundária: obstáculos de aprendizagem e o uso de simulações computacionais**. 2014. 229 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

PRESTES, M. E. B.; CALDEIRA, A. M. A. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 4, p. 1-16, 2009. Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-0-Maria-Elice-Prestes-Ana-Maria-Caldeira.pdf>. Acesso em: jan. 2019.

ROBERTS, S. E. *et al.* Universe in the classroom: Using robotic telescopes in primary schools. **Robotic Telescopes, Student Research and Education (RTSRE)**, Melbourne, v. 1, n. 1, p. 246-259, 2018.

RODRÍGUEZ, M. I. H. **Desenvolupament iteratiu d'una seqüència d'ensenyament i aprenentatge sobre Propietats Acústiques dels Materials**. 2012. 246 p. Tese (Doutorado) – Departament de Didàctica de la Matemàtica, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 2013.

SALIMPOUR, S. *et al.* Robotic telescopes and student research in the school curriculum around the OECD countries. **Robotic Telescopes, Student Research and Education (RTSRE)**, Melbourne, v. 1, n. 1, p. 34-40, 2018.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, p. 49-67, 2015. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129543057004>. Acesso em: jan. 2019.

SFORNI, M. S. F. O ensino de conceitos científicos. *In*: \_\_\_\_\_. (org.) **Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da teoria da atividade**. Araraquara: JM Editora, 2004. p. 47-63.

SLATER, T. F. *et al.* A proposed astronomy learning progression for remote telescope observation. **Journal of College Teaching & Learning**, Littleton, v. 11, n. 4, p. 197-206, 2014.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

## APÊNDICE A – ROTEIRO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### 1º Encontro: Introdução

Aula 1 – Classificação de corpos celestes (1 hora/aula)

Será feita uma apresentação resumida sobre a classificação de corpos celestes para que os alunos tenham alguma familiaridade com os termos. Assim, pode-se dar início a uma abordagem da perspectiva de escala do cosmos, mostrando as grandezas de tamanhos dos planetas, das estrelas, dos sistemas estelares, das galáxias, dos aglomerados de galáxias e, por fim, do universo observável. Depois, definir-se-á brevemente o que caracteriza os seguintes corpos celestes: estrelas, planetas, luas, asteroides (convém diferenciá-los de meteoros e meteoritos), cometas e galáxias.

Aula 2 – Dinâmica investigativa e pensamento científico (1 hora/aula)

O professor fará uma dinâmica investigativa com os alunos para incentivá-los a uma melhor elaboração de questionamentos para a solução de um problema, no caso, um enigma. É possível encontrar dinâmicas investigativas como essa em diversos *sites* ou *blogs*, que as dispõe em forma de enigmas ou charadas. Há também um jogo, chamado *Black Stories*® (GALÁPAGOS JOGOS, [20--]), que pode ser usado nesse trabalho.

### 2º Encontro: Cosmologia antiga e Mitologia

Aula 3 – O firmamento e a concepção de mundo, constelações e planeta (1 hora/aula)

O docente tratará com os alunos sobre a concepção de *lugar natural* das coisas, segundo Aristóteles. Também explicará o firmamento como uma esfera celeste na qual se encontram todas as estrelas, reforçando para os estudantes que os antigos concebiam como “mundo” tudo o que estava contido dentro da esfera celeste. Ressaltará a diferença entre a concepção atual de *universo* a ideia antiga de *mundo*; assim, explicitará que o universo é muito maior e mais amplo do que algo que finda numa esfera celeste ou firmamento.

Na sequência, realizará com os alunos uma reflexão sobre como os antigos concebiam a existência de uma relação direta entre as constelações presentes no firmamento e os fenômenos corriqueiros e sazonais. Seguem alguns exemplos hipotéticos que podem ser usados para relacionar algumas constelações com fenômenos sazonais:

- Constelação de Aquário: no período do ano marcado por chuvas frequentes, o Sol passa pela constelação de Aquário. Note que a constelação é referida como a figura de uma pessoa entornando um vaso de água.
- Constelação de Peixes: no período do ano em que um determinado rio se encontra farto para a pesca, o Sol passa pela constelação de Peixes.
- Constelação de Touro: no período do ano em que se movimenta uma manada de animais numa determinada região, favorecendo a caça, o Sol passa pela constelação de Touro.

Cabe aqui ressaltar dois pontos, um deles é que todas as constelações citadas acima fazem parte das constelações zodiacais, ou melhor, das constelações que se encontram na linha eclíptica, permitindo que o Sol seja utilizado como um “ponteiro” para medir a época do ano em que ele passa por cada uma das constelações zodiacais. Outro fator importante é o aluno perceber que a figura representada pelas estrelas de determinadas constelações está mais fortemente ligada ao fenômeno corriqueiro ao qual a constelação está vinculada do que com a figura que ela aparenta ter. Pode ser usado o *software Stellarium* para tal discussão.

É aconselhável ressaltar também a concepção antiga de planeta como “corpo errante” ou aquilo que caminha livremente sobre o firmamento, ou seja, a ideia antiga de que os planetas se movem em relação às estrelas fixas no firmamento. O *Stellarium* se mostra como uma ferramenta útil para fazer os alunos notarem tal fenômeno. Tendo em vista que a concepção mais antiga de planeta tratava de tudo o que se move na esfera celeste, tanto o Sol quanto a Lua se caracterizavam como planetas. Dessa forma, é possível verificar a consagração de cada dia da semana em alguns idiomas para cada um dos astros entendidos, na Antiguidade, como planetas.



#### Aula 4 – Observação a olho nu e identificação de astros (1 hora/aula)

Convém realizar essa aula numa noite em que seja possível observar algum planeta visível a olho nu no céu noturno, pois será pedido para que os alunos tentem identificar no céu qual, ou quais, ponto(s) brilhante(s) deve(m) ser planeta(s). Tal atividade visa a mostrar aos alunos que, à primeira vista, não é fácil diferenciar um planeta de uma estrela, sendo necessária a observação ao longo de vários dias para perceber que alguns pontos brilhantes no céu se movem em relação a outros, sendo esses o que os antigos chamavam de planetas.

### 3º Encontro: As grandes navegações, Tycho Brahe e Kepler

#### Aula 5 – A esfera celeste e sua relação com as navegações, e a medição da distância zenital do polo celeste (1 hora/aula)

Utilizando o *Stellarium*, o professor mostrará aos alunos o polo celeste Sul por meio da *grelha altazimutal* presente no *software*. Com isso, explorará a ideia básica de como se utilizava o polo celeste para a verificação da latitude local, uma vez que a latitude está diretamente relacionada com a altura angular do polo elevado.

Para mostrar aos alunos como é possível medir a altura angular de uma estrela, produzir-se-á com eles um medidor simples com um transferidor, um barbante, um tubo de caneta ou um canudo e algum objeto pequeno para servir de contrapeso, como mostra a Figura 12.

Figura 12 – Medidor de altura angular simples



Fonte: Duran (2014).

Uma vez construído o medidor de altura angular, levar os alunos para medirem a altura angular de qualquer objeto celeste em destaque no céu. Posteriormente, é possível comparar as medidas realizadas com valores encontrados no *Stellarium* referentes ao astro em questão.

Essa prática é apenas demonstrativa para que os alunos experienciem uma forma de utilizar um instrumento simples para obter um valor numérico relacionado à posição de um astro relativa ao horizonte. Por fim, discutir-se-á com os alunos quais instrumentos similares para medir a posição dos astros usavam-se nas navegações.

#### Aula 6 – Geocentrismo, Heliocentrismo e Leis de Kepler (1 hora/aula)

O docente apresentará aos alunos os modelos de Ptolomeu e Copérnico para discutir os problemas das órbitas de alguns planetas cujas observações não correspondiam muito bem com os modelos já apresentados. Explicitará também que essas questões foram mais bem resolvidas com o desenvolvimento das Leis de Kepler.

O professor discutirá com os alunos a importância da confecção de cartas celestes para as grandes navegações e mencionará a construção de um grande observatório, proposta por Tycho Brahe, para a confecção de cartas celestes de melhor precisão. Ressaltará que, mesmo nesse observatório, ainda não se utilizavam telescópios, mas sim instrumentos de medidas como o que os alunos usaram na aula passada, porém muito mais sofisticados, evidentemente.

Tais cartas celestes produzidas por Tycho Brahe foram utilizadas por Kepler para o desenvolvimento de suas leis. Ao apresentar as Leis de Kepler para os alunos, salientar-se-á a importância de Kepler ter usado medidas feitas por Tycho para desenvolver suas leis, sobretudo a Lei das Órbitas, que permite observar que as órbitas dos planetas eram elípticas e não circulares, como se esperava que fossem. A constatação de Kepler exemplifica a relevância de “geometrizo o mundo” para melhor compreendê-lo, o que permite a realização de descobertas que fogem do que nos é sensível num primeiro momento.

#### **4º Encontro: Galileu e o uso de telescópios**

#### Aula 7 – As observações de Galileu e seus impactos, e a óptica dos telescópios (1 hora/aula)

Galileu Galilei foi a primeira pessoa a utilizar um telescópio para observar o céu noturno de forma metódica, realizando grandes descobertas. Tais descobertas devem ser apresentadas

aos alunos nesta aula. Pode-se citar, por exemplo, crateras e montanhas da Lua, que mostravam imperfeições em sua superfície, da mesma forma que encontramos aqui na Terra, as luas do planeta Júpiter e as fases do planeta Vênus, que se assemelham às fases de nossa Lua. Vale também ressaltar que a descoberta das fases de Vênus é uma prova de que a Terra gira em torno do Sol, e não o contrário. Na sequência, apresentar-se-á brevemente a óptica dos telescópios refratores e dos telescópios refletores.

#### Aula 8 – Observação com telescópios (refrator e refletor) (1 hora/aula)

O professor realizará com os alunos uma observação astronômica do céu noturno com algum telescópio. O ideal seria ter um telescópio refrator e outro refletor para mostrar na prática a diferença entre eles.

É preciso ressaltar para os alunos algumas características dos telescópios, como foco e abertura, salientando que o aumento dado pelo telescópio depende da distância focal da ocular colocada dele. Se possível, convém tentar ver as imperfeições da superfície da Lua e buscar observar as luas de Júpiter ou de Saturno, resgatando algumas das descobertas de Galileu.

### **5º Encontro: Observação remota**

#### Aula 9 – As câmeras digitais e o dispositivo CCD (1 hora/aula)

O docente discutirá brevemente a natureza ondulatória da luz, bem como a importância para fins astronômicos de dispositivos capazes de captar a luz, como os primeiros filmes fotográficos e, nos dias de hoje, as câmeras digitais. Mostrará o funcionamento básico de um Dispositivo de Carga Acoplada (Charge-Coupled Device, CCD) na captura de imagens, relacionando as vantagens de ter uma imagem digital para a coleta de dados e indicando a possibilidade de utilizarmos um telescópio de forma remota por ter uma câmera digital acoplada a ele.

#### Aula 10 – Observação remota e aquisição de imagens (1 hora/aula)

Será realizada a primeira tentativa de observação remota para os alunos se familiarizarem com o processo. Convém buscar algum alvo que os alunos distingam com maior

facilidade, como alguma cratera da Lua ou algum planeta fácil de ser reconhecido, como Júpiter ou Saturno, e, com um pouco de sorte, talvez observar as fases de Vênus.

Se possível, é importante já realizar a captura de imagens para posterior tratamento dos dados. Caso contrário, o próximo encontro deverá ser dedicado apenas à aquisição de dados mediante observação remota e tratamento dos dados obtidos.

## **6º Encontro: Obtenção de imagens para fins astronômicos**

Aulas 11 e 12 – Aquisição e análise de dados e medição da variação de brilho de uma estrela variável (2 horas/aula)

Serão captadas imagens de uma estrela variável por meio do telescópio remoto. Além disso, a imagem da estrela será transformada em uma tabela de Excel contendo o valor do brilho da estrela-alvo ao longo do tempo para, assim, construir um gráfico do brilho da estrela pelo tempo decorrido. Tal atividade sobre estrelas variáveis é apresentada por Fidêncio Neto (2017), podendo também ser encontradas atividades similares, como a *Medição de Brilho das Estrelas*<sup>12</sup>, elaboradas pelo Projeto Educacional em Ciências, no *site Telescópios na Escola*<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/atividades/fotometria.pdf> Acesso em: maio 2020.

<sup>13</sup> Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/argus/atividades.php>. Acesso em: maio 2020.