



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA



MESTRADO PROFISSIONAL EM ASTRONOMIA

EDERSON JOSÉ ANUNCIÇÃO FERREIRA DOS SANTOS

O ENSINO DE FÍSICA À LUZ DA ASTRONOMIA:
Uma prática pedagógica investigativa e experimental

Feira de Santana

2017

EDERSON JOSÉ ANUNCIÇÃO FERREIRA DOS SANTOS

O ENSINO DE FÍSICA À LUZ DA ASTRONOMIA:

Uma prática pedagógica investigativa e experimental

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Astronomia do Departamento de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre de Ensino de Astronomia.

Orientador: Prof. Dr. Germano Pinto Guedes

Coorientador: Prof. Dr. Marildo Geraldête Pereira

Feira de Santana

2017

Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado

S234e Santos, Ederson José Anunciação Ferreira dos
O ensino de física à luz da astronomia: uma prática pedagógica
investigativa e experimental / Ederson José Anunciação Ferreira dos
Santos. - 2017.
131 f.: il.

Orientador: Germano Pinto Guedes.

Coorientador: Marildo Geraldete Pereira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Feira de
Santana, Programa de Pós-graduação em Astronomia, 2017.

1. Física (ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Astronomia -
Experiências. I. Guedes, Germano Pinto, orient. II. Pereira, Marildo
Geraldete, Coorient. III. Universidade Estadual de Feira de Santana.
IV. Título.

CDU: 53



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CANDIDATO (A): EDERSON JOSÉ ANUNCIACÃO FERREIRA DOS SANTOS

DATA DA DEFESA: 21 de fevereiro de 2017 LOCAL: Sala 03 do LABOFIS - UEFS

HORÁRIO DE INÍCIO: 17:35h

MEMBROS DA BANCA		FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO	CPF			
GERMANO PINTO GUEDES	407.961.595-72	Presidente	DR	UEFS
MARILDO GERALDÊTE PEREIRA	793.153.647-91	Membro Interno	DR	UEFS
ANA CARLA PEIXOTO BITENCOURT	967.726.625-04	Membro Interno	DR	UEFS
KILDER LEITE RIBEIRO	597.509.286-87	Membro Externo	DR	UFRB

TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO*:

O ENSINO DE FÍSICA À LUZ DA ASTRONOMIA: UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA INVESTIGATIVA E EXPERIMENTAL.

*Anexo: produto(s) educacional(is) gerado(s) neste trabalho.

Em sessão pública, após exposição de 48 min, o(a) candidato(a) foi argüido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 1h 25min. A banca chegou ao seguinte resultado**:

- APROVADO(A)
 INSUFICIENTE
 REPROVADO(A)

** Recomendações¹: _____

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada, pelo candidato e pelo coordenador do Programa de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Feira de Santana, 21 de fevereiro de 2017

Presidente: [Assinatura]
Membro 1: [Assinatura]
Membro 2: [Assinatura]
Membro 3: [Assinatura]
Candidato (a): [Assinatura]
Coordenador do PG Astro: [Assinatura]

¹ O aluno deverá encaminhar à Coordenação do PG Astro, no prazo máximo de 60 dias a contar da data da defesa, os exemplares definitivos da Dissertação, após realizadas as correções sugeridas pela banca.



**ANEXO DA ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO:
PRODUTO(S) EDUCACIONAL(IS) GERADO(S) NO TRABALHO FINAL DE CURSO**

CANDIDATO (A): EDERSON JOSÉ ANUNCIÇÃO FERREIRA DOS SANTOS

DATA DA DEFESA: 21 de fevereiro de 2017 LOCAL: Sala 03 do LABOFIS - UEFS

HORÁRIO DE INÍCIO: 17:35 h

MANUAL DO USO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS SOB O TÍTULO "METODOLO-
GUIA PARA EMPREGO DE EXPERIMENTOS DE ASTRONOMIA NO ESPAÇO
ESCOLAR". SÃO ROTEIROS DE ATIVIDADES DOS PLANOS DE EXECUÇÃO DOS
TRABALHOS PRÁTICOS EXPERIMENTAIS DESENVOLVIDOS PARA ESTUDANTES DO
ENSINO MÉDIO.

Feira de Santana, 21 de fevereiro de 2017.

Presidente: [Assinatura]
Membro 1: [Assinatura]
Membro 2: [Assinatura]
Membro 3: [Assinatura]
Candidato (a): [Assinatura]
Coordenador do PGAstro: [Assinatura]

Dedico este trabalho aos meus pais, Antenor Ferreira dos Santos (in memoriam) e Edith da Anunciação Santos (in memoriam), que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos de suas vidas, e que através dos seus ensinamentos, afetos, amores e exemplos contribuíram para minha formação como ser humano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo o dom da vida e por me proporcionar saúde para estudar e exercer minha profissão.

Aos alunos participantes desse projeto, protagonistas na construção desse trabalho.

Aos orientadores Prof. Dr. Germano Pinto Guedes e Prof. Dr. Marildo Geraldête Pereira pela colaboração no desenvolvimento do trabalho.

Ao meu irmão Elmo Jair Anunciação Ferreira dos Santos que caminhou ao meu lado, prestando-me apoio nos momentos mais importantes do trabalho.

À minha esposa e companheira Welza Luíza dos Santos pela compreensão e encorajamento.

A todos os Professores do Programa do Mestrado, pelo incentivo e atenção dispensados durante o curso. Sempre dispostos a ajudar pelas vias da seriedade e da qualidade, me conduzindo pelo caminho da construção do conhecimento.

A todos os membros familiares, amigos e colegas do mestrado que através de apoio e manifestações de incentivo participaram diretamente para a minha formação.

RESUMO

Esta dissertação é resultado de um trabalho de pesquisa que visa analisar estratégias de ensino de Física que utiliza a Astronomia como agente motivacional para seu aprendizado, estabelecendo uma relação de transversalidade entre a Física e a Astronomia. As metodologias de ensino contemplaram estratégias de ensino por investigação científica, por observação e por atividades práticas experimentais, e foram executadas em uma escola de ensino médio na cidade de Salvador-Bahia nos anos de 2015 e 2016. Para a atividade de investigação científica foi proposta a construção de um radiotelescópio para fins didáticos para captar e registrar as ondas de rádio emitidas pelo Sol. Outra atividade proposta aos estudantes foi observar as distintas fases da Lua para, em seguida, confeccionar modelos constituídos a partir de materiais de baixo custo que simulassem as fases da Lua como observadas e um aparato que permita analisar espectros de luz através do espectroscópio. Todo o trabalho de pesquisa foi embasado nos princípios teóricos de John Dewey, que preconizava uma aprendizagem participativa, onde as ideias devem ser compartilhadas – o que só é possível quando não há barreira para livre expressão do pensamento -, e na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, segundo o qual para ter significado é necessário que o novo conhecimento tenha conexão com o que o estudante já conhece. A metodologia de pesquisa tem tratamento qualitativo descritivo e o autor interveio diretamente no processo de pesquisa. Nesse trabalho, também são realizadas inserções de análises exploratórias sobre a História do Ensino de Astronomia no Brasil e do ensino e aprendizagem de Ciências na perspectiva da investigação e da experimentação dos pontos de vistas de autores como Antoni Zabala, Gil Perez e outros. As práticas de ensino de Física associadas às atividades experimentais e integradas a temas que suscitam notável curiosidade, como a Astronomia, contribuíram para o aumento do interesse dos alunos no processo de ensino-aprendizagem. Como produto do trabalho edificado, temos como produção final a elaboração de um manual prático contendo os experimentos desenvolvidos, nos quais serão compartilhados os métodos e procedimentos empregados.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem; Física; Atividades experimentais; Astronomia; Transversalidade.

ABSTRACT

This dissertation is the result of a research that aims to analyze strategies of teaching Physics using Astronomy as a motivational agent for its learning, establishing a relationship of transversality between Physics and Astronomy. The teaching methodologies included teaching strategies for scientific research, observation and practical experimental activities, executed in a high school in the city of Salvador-Bahia in the years 2015 and 2016. For the research activity, it was proposed the construction on one radio telescope for purposes didactics to capture and record the radio waves emitted by the Sun. Another activity proposed to the students was to observe the different phases of the Moon to then make models made from low cost materials that simulate the phases of the Moon as observed and an apparatus that allows the analysis of spectra of light through the spectroscope. All research work was based on the theoretical principles of John Dewey, which advocated participatory learning where ideas should be shared - and this is only possible when there is no barrier to free expression of thought -, and David Ausubel's Theory of Meaningful Learning, according to which to have meaning it is necessary that the new knowledge has connection with what the student already knows. The research methodology has qualitative descriptive treatment, and the author intervened directly in the research process. In this work, exploratory analyzes of the History of Astronomy education in Brazil and the teaching and learning of Sciences are carried out in the perspective of research and experimentation on the points of view of authors such as Antoni Zabala, Gil Perez and others. Physics teaching practices associated with experimental activities and integrated with themes that raise outstanding curiosities such as Astronomy have contributed to the participatory increase of students in the teaching-learning process. As a product of the construction work, we have as final production the elaboration of a practical manual containing the experiments in which shared the methods and procedures employed.

Keywords: Teaching-learning; Physics; Experimental activities; Astronomy; Transversality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Constelação da Ema	26
Figura 2 - Primeiro Radiotelescópio: construído pelo radioamador norte-americano Grote.....	47
Figura 3 -Observatório Arecibo.	49
Figura 4 - Radiotelescópio FAST (<i>Spherical Telescope Five hundred meters Opening</i>)..	50
Figura 5 - Radiotelescópio ALMA (<i>Atacama Large Millimeter Array</i>).	50
Figura 6 -Radiotelescópio SKA (<i>Square Kilometre Array</i>).	51
Figura 7 - Radiotelescópio VLA (<i>Very Large Array</i>).	51
Figura 8 - Rádio Observatório de Itapetinga.	52
Figura 9 - Sol com representação das manchas solares.	52
Figura 10 - Formação dos arcos magnéticos no Sol e dos arcos magnéticos.	54
Figura 11 - Representação da opacidade das ondas eletromagnéticas para a Terra em função do comprimento de onda.	55
Figura 12 - Antena parabólica para TV.	58
Figura 13 - LNB (<i>low-noise block converter</i>).	59
Figura 14 - Sat-Finder (localizador ou buscador de satélite).	59
Figura 15 - Cabo coaxial e conectores tipo F.	60
Figura 16 - Receptor.	60
Figura 17 - Esquema de ligação.	61
Figura 18 - Esquema eletrônico do Radiotelescópio Didático.	61
Figura 19 - Mapa conceitual para estudo dos conceitos Físicos envolvidos no experimento Radiotelescópio Didático.	63
Figura 20 - Imagens dos estudantes usando o Radiotelescópio Didático	64
Figura 21-Formulário de acompanhamento de observação do trânsito do Sol do dia 28/08/2015	66
Figura 22 - Representação do trânsito do Sol pela frente da antena do Radiotelescópio Didático.....	68
Figura 23 - O Sol, fonte extensa, projetando sombra e penumbra (região do espaço que recebe apenas parte da luz direta da fonte, sendo encontrada apenas quando o corpo opaco (Terra) é posto sob influência de uma fonte extensa).	74
Figura 24 - Representação das Fases da Lua.....	75

Figura 25 - Representação da Lua nova.	75
Figura 26 - Representação da Lua crescente.	76
Figura 27 - Representação da Lua cheia.	76
Figura 28 - Representação da Lua minguante.	77
Figura 29 - Período de lunação (a lua muda de forma e de intensidade de luz).	77
Figura 30 - Mapa conceitual para estudo dos conceitos Físicos envolvidos nas atividades sobre as fases da Lua.	78
Figura 31 - Modelo de ficha de observação das fases da Lua aplicada para os estudantes	79
Figura 32 – (a) Visão da caixa em perspectiva lateral; (b) Visão da caixa de cima	81
Figura 33 - Imagens dos estudantes construindo o simulador das fases da Lua.	82
Figura 34 - Prática experimental sobre eclipses (Simulação do eclipse solar e lunar).	83
Figura 35 - Fotografias digitais da Lua obtidas do interior do simulador	87
Figura 36 - Experimento de Isaac Newton: Utilizando uma superfície com um pequeno orifício que emitia um feixe de luz, uma lente para focá-lo, um prisma de vidro para dispersá-lo, e uma tela para exibir o espectro resultante.	90
Figura 37 - Imagem do espectro solar com raias de Fraunhofer identificadas.	91
Figura 38 - Classificação espectral de acordo as Leis de Kirchhoff.	92
Figura 39- Classificação atualizada dos espectros de estrelas desenvolvida no observatório de Harvard, nos Estados Unidos, no início do século XX.	93
Figura 40- Mapa conceitual para estudo dos conceitos Físicos envolvidos no experimento Espectroscópio Solar.	96
Figura 41 – Esquema de construção do espectroscópio solar	98
Figura 42 - Espectro do Sol imageado por estudantes a partir de um espectroscópio didático.....	100
Figura 43 - Espectro de luz de uma lâmpada fluorescente imageado por estudantes a partir de um espectroscópio didático.	100
Figura 44 - Espectro de luz de uma lâmpada de vapor de sódio imageado por estudantes a partir de um espectroscópio didático.	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Apresentação do ranking mundial em relação a rendimento escolar e de proficiência (lado direito do Gráfico) em Ciências divulgada em 2016 pela OCDE a partir do relatório do Programa Internacional de Avaliação de alunos (PISA)	18
Gráfico 2 - Pesquisa sobre qualidade de acesso às informações sobre ciência e tecnologia promovida pelo Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE) em atendimento ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação (MCTI).	20
Gráfico 3 - Dados de acesso às informações científicas pelos brasileiros por região em espaços não formais de aprendizagem.	21
Gráfico 4 - Número médio mensal de manchas por ano entre 1954 e 2016	53
Gráfico 5 - (a) Compreensão dos estudantes acerca da função da radioastronomia; (b) impressões preliminares dos estudantes sobre atividade solar e explosão solar; (c) conhecimento dos estudantes sobre manchas solares.....	65
Gráfico 6 - Gráfico da intensidade (dBu) x tempo do trânsito do Sol pelo radiotelescópio. Registros obtidos em 28/08/2015.	67
Gráfico 7 - Representação da variação de intensidade máximas e mínimas da emissão de radiação de rádio de micro-ondas do Sol durante o ano de 2015.	70
Gráfico 8 - Verificação de aprendizagem sobre a função da radioastronomia, a atividade solar e a origem da radiação micro-ondas do Sol.	71
Gráfico 9 - Conhecimento prévio dos estudantes sobre os Modelos Planetários (a), sobre a luz emitida na Lua (b) e sobre as Fases da Lua (c).	85
Gráfico 10 - Rendimento de aprendizagem dos estudantes sobre as fases da Lua após aplicação do experimento.	86
Gráfico 11 - Rendimento de aprendizagem sobre a espectroscopia.	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Sinopses de alguns trabalhos apresentados na ENAST/2016 sobre ensino de Astronomia em escolas da Educação Básica.	32
Quadro 2 - Resumo das análises de diversos autores sobre investigação científica na escola.	35
Quadro 3 - Etapas do processo de trabalho para desenvolvimento da investigação científica, da observação astronômica e dos experimentos.	45
Quadro 4 – Quadro de preenchimento dos espectros observados no experimento	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de competência estabelecidos pelo PISA: os dois primeiros (N1 e N2) são considerados insuficientes, os dois seguintes (N3 e N4) são considerados adequados e os dois últimos, N5 e N6, avançados.	19
Tabela 2 - Dados da relação candidato/vaga do vestibular da Universidade Estadual de Feira de Santana em 2015.2, 2016.1, 2016.2, 2017.1	23
Tabela 3 - Número de teses e dissertações entre 1973 e 2016.	31
Tabela 4 – Quantidade de alunos participantes nas atividades	42
Tabela 5 - Compreensão dos estudantes acerca da função da radioastronomia, impressões preliminares dos estudantes sobre atividade solar e explosão solar e conhecimento dos estudantes sobre manchas solar	65
Tabela 6 - Intensidades máximas da emissão de radiação de rádio de micro-ondas do Sol durante o ano de 2015.	68
Tabela 7 – Verificação de aprendizagem sobre a função da radioastronomia, a atividade solar e a origem da radiação de micro-ondas do Sol em números absolutos de alunos. .	71
Tabela 8 - Conhecimento prévio dos estudantes sobre o Modelo Planetário, luz emitida pela Lua e Fases da Lua em números absolutos.	84
Tabela 9 - Rendimento de aprendizagem dos estudantes em números absolutos sobre as fases da Lua após aplicação do experimento.	86
Tabela 10 - Rendimento de aprendizagem sobre a espectroscopia.	101

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTAS DE GRÁFICOS.....	10
LISTA DE QUADROS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
1. INTRODUÇÃO	15
1.1 JUSTIFICATIVA	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1. PANORAMA DO ENSINO DE ASTRONOMIA NO BRASIL	25
2.2. ESTADO DA ARTE	29
2.3. ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS NAS PERSPECTIVAS DA INVESTIGAÇÃO E DA EXPERIMENTAÇÃO: PROBLEMATIZANDO O ENSINO DE CIÊNCIAS.	33
3. REFERENCIAIS TEÓRICOS	37
3.1. PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO POR DAVID AUSUBEL	37
3.2. JOHN DEWEY, POR UMA EDUCAÇÃO PARTICIPATIVA E INTEGRADORA	39
4. METODOLOGIA	41
4.1. CARACTERIZAÇÕES DO CAMPO DE PESQUISA (ESCOLA) E DO PÚBLICO-ALVO	41
4.2. TIPOS DE ESTUDO E METODOLOGIA APLICADA	42
5. INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA NA ESCOLA: A RADIOASTRONOMIA	47
5.1. A RADIOASTRONOMIA: UM BREVE CONTEXTO HISTÓRICO	47
5.2. O SOL, A NOSSA ESTRELA	52
5.3. FUNDAMENTOS BÁSICOS DO RADIOTELESCÓPIO DIDÁTICO	56
5.4. PRÁTICAS DE INVESTIGAÇÃO	57
5.5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	65
6. OBSERVAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO SOBRE AS FASES DA LUA	73

6.1. O NOSSO SATÉLITE NATURAL: A LUA	73
6.2. APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES OBSERVACIONAL E EXPERIMENTAL DAS FASES DA LUA	78
6.3. ROTEIRO DE EXPERIMENTO DO SIMULADOR DAS FASES DA LUA.....	80
6.4. SIMULADOR DE FASES DA LUA - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	82
7. EXPERIMENTO: ESPECTROPIA SOLAR	89
7.1. HISTÓRIA DA ESPECTROSCOPIA	89
7.2. FUNDAMENTOS BÁSICOS DO EXPERIMENTO ESPECTROSCÓPIO SOLAR	93
7.3. O ESPECTROSCÓPIO SOLAR, A CONSTRUÇÃO: O ENCONTRO ENTRE A TEORIA E A PRÁTICA	95
7.4. ROTEIRO DE EXPERIMENTO – ESPECTROSCÓPIO	97
7.5. DISCUSSÕES E ANÁLISES DOS RESULTADOS	99
8. DESCRIÇÃO DO PRODUTO	103
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
REFERÊNCIAS	108
APÊNDICES	115
ANEXOS	127

1. INTRODUÇÃO

A Educação brasileira apresenta peculiaridades interessantes a serem examinadas e analisadas quando se trata de ensino e aprendizagem de Ciências no Ensino Básico. Apurar essa questão não é tarefa fácil, pois a sua complexidade exige estudos profundos que evocam diversos segmentos da sociedade brasileira para uma discussão mais ampla e democrática.

Essa obra é produto das reflexões edificadas ao longo da minha trajetória profissional que, no enfrentamento cotidiano como professor de Física, identifiquei a necessidade de contrapor remotas atividades pedagógicas em voga nas escolas em detrimento de atividades que contemplassem a investigação científica e das praxes pedagógicas que valorizassem os experimentos.

Dessa forma, a prática docente em Física permite pôr em ação estratégias de ensino que evidenciam fenômenos que podem ser experimentados em diversas formas e perspectivas. Neste trabalho, a intensão é usar a investigação científica e a experimentação como métodos de ensino, dentre tantos outros métodos existentes, aproximando os estudantes da realidade fenomenológica da Física, na tentativa de torná-la mais cognoscível a partir da transversalidade entre as ciências física e astronômica.

A Astronomia é uma das áreas que mais atraem atenção e despertam curiosidades dos estudantes. Entretanto, nas escolas do Ensino Básico no Brasil ela é desprestigiada, pois a qualificação dos professores para tratar do tema e a quantidade e a qualidade de materiais didáticos que abordam o tema não são satisfatórios, o que contribui para a pouca adesão no currículo da ciência astronômica no Ensino Básico.

Quando o ensino da Astronomia é realizado por meio de metodologias diferenciadas, levando-se em consideração o interesse dos alunos e envolvendo-os em projetos estimulantes, nos quais sejam produzidos trabalhos, os resultados podem ser muito satisfatórios (GONZALEZ apud UBINSKI et al., p.1, 2004).

Neste contexto, a Astronomia favorece a prática pedagógica transversal e interdisciplinar, uma vez que, na educação básica, a Astronomia perpassa uma abordagem para além da Física e atinge outras áreas de conhecimento das quais podem inequivocamente contribuir de forma relevante para a prática docente de Química, Biologia, Matemática, História, Geografia e de outros componentes curriculares. Nesses processos de aprendizagem, o importante não é somente o que é aprendido e sim como será construído esse conhecimento.

Sobre essa questão, Chevallard (apud TODESCO et al., p. 408) define transposição didática como sendo:

Um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O ‘trabalho’ que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática. (Chevallard apud Todesco et al, 20--, p.39).

Para Chevallard, o saber ensinar é o princípio básico para o sucesso pedagógico, pois o processo de transposição didática define e delinea o caminho que deve ser seguido pelo professor para garantir ascendência cognitiva dos estudantes. Neste trabalho, a inter-relação entre Física e Astronomia tem como preâmbulo pedagógico a valorização das concepções alternativas dos estudantes sobre o objeto de estudo, princípio ideológico defendido por Ausubel (1918 - 2008) e por Dewey (1859 - 1952).

No âmbito educacional, para Herbert Spencer (1820-1903), o laboratório, as investigações e experimentos conduzidos pelos estudantes permitem o contato direto com os objetos e fenômenos naturais, o que proporciona uma experiência de descoberta do mundo natural e uma prática na produção de conclusões próprias. Logo, o uso de artefatos tecnológicos que simulem em um ambiente escolar, como por exemplo, uma estação radioastronomia, que desenvolve atividades de observações astronômicas e que engende aparatos experimentais que favoreçam uma educação investigativa e a prática de atividade sobre Astronomia, possibilita a aproximação dos estudantes à ciência viva e concreta.

Dessa forma, alguns questionamentos conduziram os estudos neste trabalho. Dentre eles: Que processos pedagógicos geram maiores possibilidades da utilização de atividades práticas científicas para os estudantes do ensino básico? Como o professor pode contribuir positivamente a favor do estudante para prospectar maior interesse por Física dinamizando sua aprendizagem?

Neste aspecto, a adoção de temas como a Astronomia nas aulas de Física teve a intenção de motivar a participação dos alunos, dinamizar sua aprendizagem a partir de temas que geralmente suscitam grande interesse do público em geral e estudar as leis da Física que validam os fenômenos que regem o Universo, sendo sempre realizadas de acordo com o planejamento pedagógico de Física do ensino médio estabelecido na escola.

Esta dissertação está estruturada em oito capítulos: no capítulo 1, têm-se os argumentos introdutórios sobre conceitos primordiais para o desenvolvimento do trabalho, a justificativa e os objetivos projetados para a pesquisa; no capítulo 2 está a fundamentação teórica que baliza

a teoria necessária de sustentação do trabalho, revelando circunstâncias etno-históricas do ensino de Astronomia no Brasil, o panorama do ensino de Astronomia no Brasil, mostrando estado da Arte e relacionando os processos metodológicos da investigação e experimentação no ensino; no capítulo 3 são apresentadas as ideias dos teóricos David Ausubel e John Dewey, e baseado nas suas ideias foram desenvolvidas as estratégias metodológicas de ensino de Física a partir de experimentos sobre Astronomia; no capítulo 4 estão expostos os tipos de métodos de pesquisa e estudo aplicados, caracterizando o campo de pesquisa (escola) e o público alvo; no capítulo 5, além de contar um pouco da história da radioastronomia, temos a apresentação de todo processo de investigação da radiação solar da faixa do espectro de micro-ondas através do Radiotelescópio Didático; no capítulo 6 são apresentadas as análises desenvolvidas durante as atividades produzidas pelos estudantes sobre as Fases da Lua; no capítulo 7 serão apresentadas as análises desenvolvidas durante as atividades produzidas pelos estudantes sobre a tecnologia da espectroscopia; no capítulo 8 há um breve relato do produto final construído; e por fim, as considerações gerais.

1.1. JUSTIFICATIVA

Na Educação Básica, um dos grandes desafios para o Brasil é o baixo nível de conhecimento científico do público estudantil. Os dados recentes mostram que os estudantes brasileiros, comparados aos estudantes de outros países, apresentam resultados desfavoráveis e preocupantes. No Gráfico 1, temos uma amostra desse quadro a partir da posição ocupada pelo Brasil no ranking mundial relacionado ao rendimento escolar de Ciências a partir do relatório do Programa Internacional de Avaliação de alunos.

O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, ou PISA (*Programme for International Student Assessment*) é promovido pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) desde 2000. Trata-se de uma prova realizada a cada três anos para medir habilidades e conhecimento em Matemática, Leitura e Ciências. Em 2016, participaram estudantes de 70 países com idades entre 15 e 16 anos. No Gráfico 1 estão os resultados da prova de conhecimento em ciências. Na primeira coluna está a posição de cada país pela média das notas dos alunos. O Brasil ocupa uma vergonhosa 60ª posição. A última coluna mostra o percentual de alunos “reprovados”, ou seja, que não passaram para a segunda fase do exame. Os dados de 2016 mostram que 55,2% dos nossos alunos estão abaixo do nível básico de proficiência.

Gráfico 1 - Apresentação do ranking mundial em relação a rendimento escolar e de proficiência (lado direito do Gráfico) em Ciências divulgada em 2016 pela OCDE a partir do relatório do Programa Internacional de Avaliação de alunos (PISA).



Fonte: Organização para a cooperação e o desenvolvimento econômico (OCDE) ¹

Logo, os profissionais em educação, em especial os professores das áreas de Ciências, têm um papel fundamental para contribuir no processo de alfabetização científica no Brasil.

¹ Disponível em: <http://opinioao.estadao.com.br/noticias/geral,o-quadro-tragico-da-educacao,10000093747>

Para isso, precisam recorrer a diferentes estratégias e/ou processos metodológicos de ensino que estimulem interesses e motivem estudantes à aprendizagem das Ciências, em particular da Física. Porém, nas escolas, espaços formais de aprendizagem, as abordagens às novas tendências em relação a temas de naturezas científicas nem sempre garantem os conteúdos que difiram dos currículos pré-formatados e pré-estabelecidos. Além disso, existe uma defasagem acentuada para a aprendizagem das disciplinas de ciências, como mostra a Tabela 1 - os dados do PISA - que expôs os resultados da avaliação correspondentes aos anos 2009, 2012 e 2015 aplicada aos estudantes de 15 anos de escolaridade básica no Brasil, ou seja, estudantes que estão na transição do Ensino Fundamental para o Ensino Médio.

Tabela 1 - Níveis de competência estabelecido pelo PISA/2009 e 2012: os dois primeiros (N1 e N2) são considerados insuficientes, os dois seguintes (N3 e N4) são considerados adequados e os dois últimos, N5 e N6, avançados.

Ano	< N1	N1	N2	N3	N4	N5	N6
2009	19,7%	34,5%	28,8%	12,6%	3,9%	0,6%	0,0%
2012	18,6%	35,1%	30,7%	12,5%	2,8%	0,3%	0,0%
2015	24,23%	32,37%	25,36%	13,15%	4,22%	0,65%	0,02%

Fonte: PISA/2014²

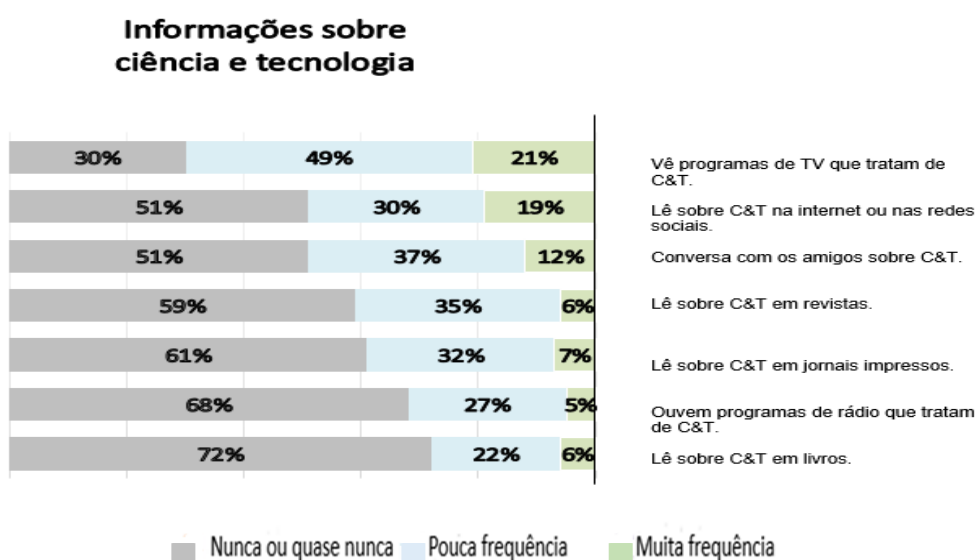
Observa-se na Tabela 1 que nos anos 2009 e 2012 aproximadamente 64% dos estudantes brasileiros apresentaram níveis de competências insuficientes em ciências, apura-se que aproximadamente 16% dos estudantes estão em um nível adequado de competência, restando um percentual insignificante de estudantes no nível avançado de competência cognitiva e percentual significativo de 19,7% de estudantes abaixo do nível insuficiente de competência. Os resultados recém-revelados em 2016 do PISA/2015 não apresentaram uma mudança significativa no padrão de qualidade dos estudantes brasileiros em relação às competências adquiridas em Ciências. Porém alguns números merecem ser comentados, como o aumento aproximado de 6% de estudantes abaixo do nível N1, ou seja, alunos que são considerados sem classificação segundo PISA.

No que se refere à Ciência, mesmo com a adoção de um currículo escolar que contempla o seu ensino desde as séries iniciais, mesmo com a facilidade de acesso à informação do público brasileiro em geral sobre conteúdos científicos e tecnologias, o processo de busca por essas

² Disponível em: <https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br>

informações nem sempre é satisfatório em termos qualitativos e quantitativos. No Gráfico 2 é apresentada uma pesquisa realizada em 2015 pelo Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE), instituição vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação, revela as principais fontes de informações da população por região no Brasil sobre temas relacionados à ciência e tecnologia.

Gráfico 2 - Pesquisa sobre qualidade de acesso às informações sobre ciência e tecnologia realizado pelo Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE) em atendimento ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação (MCTI).



Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação (MCTI)³.

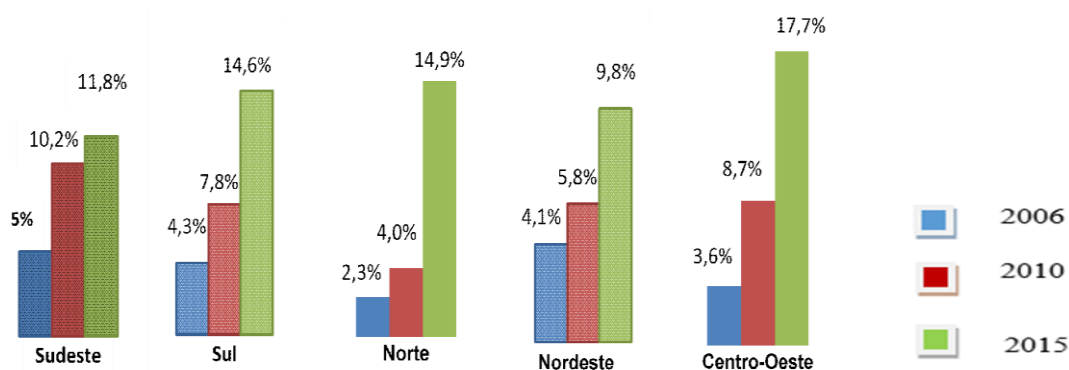
Nos percentuais apresentados no Gráfico 2, constata-se que o grau de informação, o nível de conhecimento e de iniciativa dos brasileiros referentes à ciência permeiam ainda no campo da superficialidade, como exemplo, a frequência de leitura sobre C&T (Ciência e Tecnologia) em livros, jornais ou revistas não ultrapassa 7%, o que revela um padrão comportamental que não potencializa conhecimento sobre C&T através da leitura.

A partir dos resultados apresentados pelo PISA, conclui-se que os espaços formais de educação no Brasil não vêm garantindo aprendizagem de excelência em Ciências. Logo, os espaços não formais passam a ser uma alternativa importante e possível de viabilizar a aproximação do público em geral sobre assuntos e notícias relacionados à ciência. O Gráfico 3

³ Disponível em: <http://www.mcti.gov.br>

dá continuidade à pesquisa realizada em 2015 pelo CGEE, trazendo por região no Brasil a taxa evolutiva de acesso às informações científicas em espaços não formais como museus tecnológicos, centros tecnológicos, planetários e outros.

Gráfico 3 – Dados de acesso às informações científicas pelos brasileiros por região em espaços não formais de aprendizagem.



Fonte: Centro de Gestão de Estudos Estratégicos/2015.⁴

Analisando o Gráfico 3, nos museus e centros de Ciências e Tecnologias (C&T), o crescimento foi mais representativo nas regiões que tem menos estrutura de C&T. Em particular a região Nordeste, em termos de aumento percentual relativo a exploração de espaços não formais de aprendizagem, cresceu 9,8% entre os anos 2011 e 2015, sendo ainda a região cuja população apresenta menor frequência em espaços científicos menos formais.

Contextualizando esses aspectos, a cidade de Salvador, a quarta cidade mais populosa do Brasil, dispõe de poucos espaços para visitas sobre Astronomia e observação astronômica, e é de conhecimento geral que a Astronomia – ciência pouco difundida nas escolas do Brasil - desperta grande curiosidade do público, sendo assim, um ingrediente facilitador para suscitar discussões sobre o tema.

Desses pontos, decorre o desconhecimento da importância e das contribuições da Astronomia para humanidade, uma vez que, grande parte da população não reconhece a influência sociocultural, política, econômica, religiosa e tecnológica da Astronomia. Como exemplo, a corrida espacial entre duas superpotências, fato histórico ocorrido na segunda metade do século XX, que tinham como objetivos principais atingirem o pioneirismo na exploração do espaço como símbolo da segurança nacional e da superioridade tecnológica.

⁴ Disponível em: <https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br>

Também podem ser exemplos, o uso dos satélites meteorológicos e de telecomunicações, pesquisas na área astrofísica que ajudam a desenvolver novas tecnologias e o monitoramento do Sol com o objetivo de alertar sobre ocorrência de tempestades solares.

Logo, incentivar o público estudantil a estudar Astronomia é oferecer-lhes condições de reconhecer o seu valor científico, conforme citado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) do MEC:

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou o mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra. (PCN+ Ensino Médio, 1998, p. 78).

Constata-se então, conforme é citada no PCN+, a importância de inclusão da Astronomia nas escolas de Ensino Básico no Brasil, oportunizando aos estudantes conhecerem a ciência por trás dos mistérios do Universo, buscando respostas às suas inquietações e curiosidades sobre os fenômenos do cosmo. Nas escolas, os professores nesse contexto, devem protagonizar o encontro entre o conhecimento popular ou não formal (senso comum) e o conhecimento científico ou formal, utilizando-se de argumentos consistentes quando questionados sobre a utilidade e importância da Astronomia, e a Física, é um caminho possível.

Manifestar sobre a subutilização de temas da Astronomia no Ensino Básico não é o foco desse trabalho, mas deverá ser lembrada, uma vez que, os Parâmetros Curriculares Nacionais, documento elaborado pelo MEC em 1997, que consiste em referência básica para a elaboração das matrizes curriculares sugerem inclusão de temas transversais, dentre os quais a Astronomia está presente. Nesse sentido, busca-se que na Educação Básica os estudantes tenham a percepção dos fenômenos astronômicos e os relacionem ao cotidiano.

Um dos desafios do milênio propostos pela ONU para 2015 foi garantir o acesso à Educação Básica de qualidade para todos. Nessa perspectiva, esse trabalho tem o propósito de tornar viva a ciência na escola através da investigação científica e da experimentação, estimulando jovens a serem empreendedores do próprio conhecimento, em uma busca itinerante pelo conhecimento científico, usando a Astronomia como fonte de inspiração e motivação para gerar aprendizagem da Ciência Física.

Grandes são os desafios vivenciados pelos professores de Física do Ensino Básico no exercício da profissão, a começar pelo pré-conceito dos estudantes que julgam a Física como uma disciplina de difícil compreensão e, não obstante a este fator, apresentam no decorrer do percurso escolar níveis indesejáveis de aprendizagem e de desinteresse pela disciplina. Um sintoma desta condição é desvendado na Tabela 2, que expressa a concorrência dos cursos de graduação oferecidos pela Universidade Estadual de Feira de Santana nos anos 2015, 2016 e 2017.

Tabela 2 - Dados da relação candidato/vaga do vestibular da Universidade Estadual de Feira de Santana em 2015.2, 2016.1, 2016.2, 2017.1

Curso	2015.1	2015.2	2016.1	2017.1
Administração	12,50	15,57	10,62	11,12
Agronomia	5,55	6,10	5,27	6,50
Bach. em Ciências Biológicas	8,80	10,55	8,55	9,70
Ciências Contábeis	9,42	10,35	8,25	8,82
Ciências Econômicas	4,40	4,90	3,45	3,82
Direito	37,52	52,52	36,50	47,97
Enfermagem	9,52	18,25	10,50	20,40
Engenharia Civil	26,80	29,17	19,62	20,72
Engenharia de Alimentos	6,00	5,62	4,32	4,55
Engenharia de Computação	10,32	11,47	9,82	10,07
Farmácia	10,16	-	10,36	-
Lic. e Bach. em Filosofia	2,15	2,85	1,82	2,47
Lic. em Letras Vernáculas	2,20	3,00	3,00	3,57
Lic. e Bach. em Física	1,80	1,37	1,90	2,32
Licenciatura em Ed. Física	8,45	10,87	9,05	9,70
Lic. e Bach. em Geografia	3,20	3,52	3,32	4,07
Lic. em História	4,95	5,95	5,87	7,10
Lic. em Letras com Espanhol	2,00	2,90	2,10	2,35
Lic. em Letras com Francês	1,00	2,13	1,86	1,06
Lic. em Letras com Inglês	3,95	5,95	5,30	7,05
Lic. em Música	2,50	-	2,50	-
Lic. em Química	2,66	3,26	2,80	3,96
Lic. em Matemática	2,40	2,12	2,60	3,50
Lic. em Pedagogia	5,10	6,22	5,42	6,32
Medicina	106,53	-	133,30	-
Odontologia	25,36	51,30	24,33	46,56
Psicologia	26,40	28,36	21,76	29,66

Fonte: Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS⁵

⁵ Disponível em: <http://csa.uefs.br>

Os dados da Tabela 2 nos mostram que os cursos de Licenciatura e Bacharelado em Física apresentam uma das menores concorrências entre os cursos ofertados pela UEFS quando comparados com outros cursos. Este é um indicador importante para dimensionar o grau de interesse dos estudantes pela Física. O que fazer para modificar este contexto? Qual o papel do professor de Física de Ensino Médio diante deste cenário? Quais as impressões desfavoráveis formadas pelos alunos sobre a Física no Ensino Médio? Questões como essas requerem reflexões profundas, pois o público jovem e estudante, que usualmente criam resistência à Física, por outro lado, curiosamente também são seduzidos pelos produtos tecnológicos e temas científicos, produtos dos conhecimentos adquiridos e aplicados das ciências básicas, como Física.

Nesta perspectiva, este trabalho tem por objetivo geral propor métodos e estratégias de ensino de Física por investigação, observação e experimentação relacionados a fenômenos da Astronomia a partir da construção de *kits* experimentais com a finalidade de potencializar a aprendizagem e aumentar a compreensão dos princípios e leis da Física através da participação dos estudantes.

Quanto aos objetivos específicos, a pesquisa buscou: (1) estabelecer conexões nas inter-áreas das Ciências Físicas e Astronomia, inserindo estudantes de Ensino Médio em atividades observacionais, experimentais e investigativas; (2) estudar as leis da Física a partir de atividades experimentais com temas relacionados à Astronomia como as fases da Lua e formação de espectros eletromagnéticos, respectivamente com o Simulador das Fases da Lua e o Espectroscópio Solar; (3) desenvolver investigação científica na escola utilizando um Radiotelescópio Didático para monitoramento da emissão de onda eletromagnética do espectro de micro-ondas proveniente do Sol; (4) produzir *kits* didáticos experimentais de baixo custo para prática experimental de Astronomia e divulgar a Astronomia na escola; (5) utilizar a Astronomia como elemento motivacional para as aulas de Física.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Astronomia é considerada uma das atividades mais antigas da humanidade, como exemplo, a observação do céu contribuiu para relações exploratórias do Cosmo em benefício da própria humanidade. Registros arqueológicos nos dão conta das relações sociais, políticas e religiosas que foram estabelecidas desde os primórdios habitantes da Terra a partir das observações do céu e dos fenômenos astronômicos.

Assim como na antiguidade, em tempos mais remotos, a exploração cósmica e da ciência astronômica impulsionaram novos saberes, os quais tem nos proporcionado maior desenvolvimento tecnológico e científico. Junte a isto o fato de que várias descobertas astronômicas vêm nos fornecendo pistas cada dia mais contundentes acerca de questionamentos sobre nossa origem e qual será nosso futuro no Universo.

Desta forma, incentivar os estudantes das séries iniciais, intermediárias e de nível superior a estudarem Ciência Astronômica é uma alternativa para formação de novos cientistas que darão continuidade ao processo de evolução do conhecimento sobre o Universo. Nesse sentido, se tratando do Brasil, como evoluímos no processo de ensino da ciência astronômica? Quais as etapas desse processo? Nesse capítulo é descrito uma sequência histórica contextual sintetizada que abordará sobre processos de ensino formal e não formal de Astronomia no Brasil.

2.1. PANORAMA DO ENSINO DE ASTRONOMIA NO BRASIL

Contextualizando historicamente, são os índios brasileiros a iniciarem o processo de ensino de Astronomia no Brasil, onde o conhecimento era, e ainda continua sendo, repassado de geração para geração. A Astronomia indígena é um hábito cultural, ou seja, a atitude de observar o céu para os índios ultrapassa os limites da ciência. Segundo Audemário Prazeres (2009) a riqueza de conhecimentos astronômicos associados à cultura dos nossos povos indígenas é absolutamente fantástica. Os índios usavam as constelações para orientação e construírem os seus calendários para subsistência. As constelações indígenas assumem as formas de animais típicos da cultura indígena local, como o exemplo da Figura 1, a qual é apontada a Constelação da Ema que marca o início do inverno para os povos indígenas do sul do Brasil.

Figura 1 - Constelação da Ema



Fonte: UFRJ⁶

A constelação da Ema abrange estrelas das constelações da civilização ocidental localizadas no Cruzeiro do Sul, Mosca, Escorpião, Triângulo Austral e Altar.

Ao avançar no contexto histórico, a partir do período colonial, os conhecimentos sobre Astronomia no Brasil ficam restritos a fatos isolados e sem um processo sistemático de produção do conhecimento. Dentre esses fatos destacam-se:

- A informação das coordenadas geográficas para Pedro Alvares Cabral em 1500, pelo Físico Mestre João;
- A inauguração no ano de 1639 do primeiro observatório astronômico do Brasil, em Recife.
- Em 1789, os jesuítas passam a ensinar Astronomia, sendo os primeiros a lecionar no Brasil;
- Lançamento do primeiro livro de Astronomia no Brasil, no ano de 1814;
- Entre um longo período de 1827 a 1852, resultado de um processo burocrático e político, é implantado o segundo observatório nacional, desta vez localizada no Rio de Janeiro criado por D. Pedro II com objetivo principal de demarcar o território brasileiro e treinar os militares da Escola Militar;
- em 1876 a criação da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto com a implantação do Observatório Astronômico.

Entretanto, no início do século XX, um importante evento astronômico observado no Brasil marcou a história da Física Moderna. Trata-se do eclipse solar acompanhado no Brasil

⁶ Disponível em:

<http://www.casadaciencia.ufrj.br/cienciaparaPoetas/Astronomia/Tuparetama/arqueoAstronomia/arquivos/47.html#top>

na cidade de Sobral localizado no estado do Ceará em 1919. A expedição foi organizada pelo Astrofísico inglês Arthur Eddington (1822 – 1944), que enviou os Astrônomos ingleses Charles Davidson (1875-1970) e Andrew Crommelin (1865-1939) para o Brasil. Vale ressaltar que houvera outra expedição com o mesmo propósito para a Ilha de Príncipe na costa ocidental da África. Antonio Videira (2016) da UFRJ em seu artigo *Einstein e o eclipse de 1919* descreve que a partir desse fenômeno astronômico ficou confirmada a previsão da Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein sobre a deflexão da luz quando na presença de intensos campos gravitacionais.

A partir desse evento, não somente a Astronomia, mas a ciência de modo geral no Brasil começa um processo de valorização, inclusive na área de ensino, motivando a criação em 1958 do primeiro curso de graduação em Astronomia do Brasil, no Rio de Janeiro, na Faculdade Nacional de Filosofia. Entretanto, quando o Brasil entrou no regime político ditatorial, conhecido como Estado Novo, os cursos superiores de Astronomia e Cosmologia foram extintos. Com o fim do regime ditatorial no Brasil, o curso de graduação em Astronomia da Universidade Federal do Rio de Janeiro voltou a funcionar em 1961, e outros cursos foram criados como na Universidade de São Paulo (USP) em 2009, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 2010 e a Universidade Federal de Sergipe (UFS) em 2011. Atualmente também são encontradas especializações no nível de pós-graduação em outras Universidades, dentre as quais USP, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG), UFRG, UFS e Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

Diante deste panorama e estendendo até tempos mais atuais, a educação formal no campo de conhecimento de Astronomia no Brasil para os níveis Fundamental e Médio, gradativamente tem passado por algumas modificações no que se refere ao currículo, mas ainda necessita de melhorias. Em relação aos conteúdos ensinados, segundo Langhi (2009), nem sempre são trabalhados durante a educação formal, haja vista o exemplo de conceitos de Astronomia fundamental, os quais, na maioria das vezes, deixam de ser considerados - ou são pouco contemplados - durante a trajetória formativa do aluno do Ensino Fundamental e Médio, bem como do futuro professor, tanto no ambiente escolar como nos materiais didáticos utilizados e nas reformas da educação formal que se seguiram, os conteúdos de Astronomia passaram a fazer parte de disciplinas como Ciências e Geografia no Ensino Fundamental e Física no Ensino Médio. Atualmente, conforme indicam os Parâmetros Curriculares Nacionais, derivados da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 1996, a Astronomia está presente essencialmente na disciplina de Ciências, deixando assim de ser definitivamente uma disciplina

específica nos cursos de formação de professores e em pouquíssimos casos, sendo superficialmente trabalhada nos conteúdos básicos em tais cursos.

Porém esse não é um problema exclusivo da Educação Básica. Nos cursos de graduação de Física, por exemplo, os conteúdos de Astronomia não são obrigatórios e se apresentam apenas como disciplinas optativas, isoladas ou sem conexão com a grade de formação profissional. De acordo com Bretones (1999), poucos cursos contemplam a disciplina específica de Astronomia.

Todavia, algumas ações alternativas têm sido colocadas em prática melhorando o retrato do ensino de Astronomia no Brasil, cito assim, os cursos de extensões oferecidas pelas Universidades, cursos a distância oferecidas por instituições de ensino Superior e organismos oficiais como o do Observatório Nacional (ON), a organização da Olimpíada Brasileira de Astronomia para aplicação nas Escolas Básicas, e por fim, também incluído como espaço formal de aprendizagem para conteúdo específico de Astronomia, os cursos de formação continuada para professores que, além de ter uma preocupação com os conteúdos relacionados aos fenômenos da Astronomia devem oferecer novas possibilidades de estratégias de ensino que corrobore para o processo de aprendizagem dos estudantes, replicando o conhecimento sobre temas da Astronomia de forma mais segura e eficiente.

Do outro lado, o espaço não formal de aprendizagem preenche uma lacuna importante no que diz respeito ao acesso de informações de ciência e de tecnologia, contribuindo para disseminação dos conhecimentos no que se refere à Astronomia, mas infelizmente, o espaço não formal de aprendizagem não consegue atrair um contingente público significativo, dos quais não obtiveram e não estão adquirindo a formação necessária durante passagem nos espaços formais de educação.

Em vista dos argumentos apresentados, tem crescido a participação de organismos civis que promovem ações que incentivam o ensino não formal da Astronomia, como os Encontros Nacionais de Astronomia (ENAST), compostos por astrônomos amadores; os Encontros Brasileiros para o Ensino de Astronomia (EBEA), com objetivo de divulgar trabalhos de pesquisa exclusivamente na área educacional; os encontros da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), com finalidade de abordar temas sobre educação e divulgação em Astronomia; as reuniões da Associação Brasileira de Planetários (ABP), cujo objetivo é conversar sobre a divulgação deste tema; publicações de artigos sobre a pesquisa em ensino de Astronomia, a Revista Eletrônica Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA) e ainda as pesquisas publicadas no Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira e os planetários

e ou observatórios, que constituem um total de cinquenta e quatro, que podem estar incorporados às instituições de ensino formal, quando vinculado a cursos de extensão e de especialização das Universidades ou não formal.

Não raro, uma parcela consistente da população brasileira adquire conhecimentos sobre temas relacionados à Astronomia por meios não institucionalizados e sem a intencionalidade, sendo os principais veículos de informações a TV, a internet e as relações espontâneas cotidianas entre pessoas.

Frente a uma análise mais apurada do quadro descrito é perceptível a pouca visibilidade dispensada pela população brasileira para temas relativos à Astronomia e esse talvez seja o resultado de um processo histórico da pouca adesão ao processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos sobre Astronomia no Brasil, sendo necessário, portanto, união de esforços dos diversos segmentos responsáveis pela divulgação, popularização e ensino de ciências, em especial da Astronomia.

2.2. ESTADO DA ARTE

Partindo das análises das obras e produções acadêmicas alusivas ao ensino de Física e Astronomia no Brasil na Educação Básica, as informações aqui apresentadas são resultados de levantamentos de dados entre os anos de 1973 e 2015 do Banco de Teses e Dissertações (BTD) mantido pela Instituição de Ensino Superior da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) sobre a Educação em Astronomia, informações essas que sucederam os dados inicialmente cadastrados por Blestone e Megid Neto (2005) e Langhi (2008). Também serão apresentados pesquisadores e eventos importantes para disseminação das diferentes tendências do ensino de Física e de Astronomia no Brasil.

O marco inicial de uma obra de natureza acadêmica surge em 1973. Trata-se de uma Tese de Doutorado de Rodolpho Caniato cuja ideia central é a falta de conhecimento dos fenômenos físicos apresentada por alunos dos diversos níveis de escolaridade e a dificuldade que apresentam na aplicação dos conceitos físicos a situações concretas.

Porém, as grandes mudanças ocorrem no final dos anos 90 e virada do novo milênio (anos 2000). As novas tendências do ensino de Física passam a ser amplamente debatidas nas Universidades e repercutir nas escolas de Ensino Básico. Nos artigos *O Currículo de Física: Inovações e tendências nos anos noventa* (CARVALHO, 1996) e *Inovações e tendências do ensino de Física na virada do milênio* (LOCATELLI, 2003) são mostrados os rumos que a

educação no processo de ensinar Física passa a experimentar. Para Carvalho, o estudo das concepções espontâneas estabelece o estreitamento entre o ensino e a aprendizagem, já para Locatelli a utilização de softwares de simulação para o ensino de Física, a inserção de temas cotidianos e uso de novas tecnologias para o ensino de Física são vertentes.

A partir desse contexto, os temas mais pesquisados e desenvolvidos nos trabalhos de Teses e Dissertações contemplam o estudo do pensamento e compreensão dos alunos a respeito dos conceitos físicos e da ciência astronômica, processos da formação do professor, emprego das atividades lúdicas experimentais e de investigação científica, constituindo-se, portanto, um campo fértil para exploração da temática relacionada à Astronomia. Nesse sentido, a partir da busca cuidadosa das obras contidas no Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia, apresento três trabalhos que ilustram bem o cenário atual.

A primeira obra citada trata-se de uma Tese de Doutorado intitulada *Ensino de Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: como evoluem os conhecimentos dos professores a partir do estudo das ideias dos alunos em um curso de extensão baseado no modelo de investigação na escola* (2016) de autoria de Roberta Chiesa Bartelmebs da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). O objetivo da investigação foi entender a evolução dos pensamentos e ideias de professores das séries iniciais sobre conhecimentos de Astronomia, da natureza da ciência, da aprendizagem e do ensino.

O segundo trabalho a ser referenciado sob o título *Avaliação de uma hipermídia educacional sobre as fases da Lua* (2014) é de autoria Adriano Luiz Fagundes da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Essa obra é uma Dissertação de Mestrado que apresenta os resultados da avaliação do emprego da mídia digital educacional *As Fases da Lua*, um material didático desenvolvido para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem das fases da Lua.

A terceira e última obra em análise simplificada é uma Dissertação de Mestrado sob o título *Astronomia no ensino médio. A ciência e o lúdico: desafiando e educando* (2016) de autoria de João José da Silva Carrilho da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). A pesquisa propõe investigar a utilização de um material didático chamado de Kit de Atividades Experimentais (KAE), apresentando seus resultados e como produto final foi elaborado um Manual de Atividades Experimentais (MAE) para ensino nas áreas de Astronomia, Física e Matemática, dentro de um contexto interdisciplinar.

Os dados obtidos a partir do ano 1973 no BDT em ensino de Astronomia demonstram um processo acelerado no que tange a produção acadêmica. Esses dados estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 - Número de teses e dissertações entre 1973 e 2016.

<i>Período</i>	<i>Quantidade de Teses e Dissertações</i>
Entre 1973 e 2010	87
Entre 2011 e 2016	73

Fonte: Universidade Federal de São Carlos⁷.

Na Tabela 3 é observado que passados 37 anos compreendidos entre 1973 e 2010 a média de trabalhos acadêmicos produzidos é menor que 3 por ano, aproximando-se dos números absolutos de trabalhos acadêmicos produzidos na atual década, o que dá uma média superior a 14 trabalhos produzidos por ano. Esses números refletem o grande interesse dos pesquisadores sobre o ensino de Astronomia.

Ainda em termos de ensino formal, porém não escolar, também se verificou que nos últimos anos houve um particular interesse na produção de artigos em periódicos e dos eventos de mostras de trabalho nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC), de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), os Simpósios Nacionais de Ensino de Física (SNEF), os Encontros Nacionais de Didática e Prática de Ensino (ENDIPE) e reuniões da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB). Essas ações propõem divulgar a ciência astronômica e discutir ideias sobre ensino de Astronomia. Segundo Langhi e Nardi (2009), outros encontros nacionais de ensino em Astronomia têm sido também largamente difundidos: “a) os encontros nacionais de Astronomia (ENAST), (estes encontros possuem uma sessão específica de Ensino e Divulgação); b) os encontros brasileiros para o ensino de Astronomia (EBEA), pesquisa exclusivamente na área educacional” (LANGHI e NARDI, 2009 p. 4).

O ENAST-2016, na sua 19ª edição, realizado na cidade de João Pessoa, reuniu astrônomos profissionais, astrônomos amadores, educandos e educadores. Nesse evento, houve 75 trabalhos apresentados, sendo que, direcionados diretamente para o ensino em Astronomia foram 20 trabalhos (27%), dos quais alguns deles estão sintetizados no Quadro 1 a seguir:

⁷ Disponível em: www.btdea.ufscar.br

Quadro 1 - Sinopses de alguns trabalhos apresentados na ENAST/2016 sobre ensino de Astronomia em escolas da Educação Básica.

Título	Autor (es) / Instituição	Sinopse
Introdução do ensino de Astronomia com uma abordagem interdisciplinar.	Bezerra, J.T.D.V., Silva, B.R.B., Pacheco, C.S.G.R (IF-Sertão)	Nesta apresentação os autores buscaram demonstrar a interdisciplinaridade como artifício para mostrar a relevância da Astronomia através das ligações com outras áreas do conhecimento.
Lendo o universo a partir de várias práticas pedagógicas como: teatro, observação noturna e experimentos diversos.	Baldow, R. (UFRPE)	Avaliação das atividades lúdicas, experimentais e observacionais desenvolvidas com estudantes do ensino médio sobre os conhecimentos da Astronomia em uma escola pública do município de Bayeux-PB
Trânsito de mercúrio como oportunidade de aprendizagem da Astronomia.	Caetano, A. (SMED)	Aproximar os conhecimentos de conteúdo e experiência prática de investigação e problematização dos fenômenos astronômicos, como via para a aprendizagem da Astronomia no ensino fundamental.

Fonte: Universidade Federal de São Carlos.

No primeiro trabalho destacado no Quadro 1, *Introdução do ensino de Astronomia com uma abordagem interdisciplinar*, é evidenciada a tendência contemporânea de situar o movimento da interdisciplinaridade no processo de ensino, e nesse caso, a Astronomia por ser uma área do conhecimento que possibilita a conexão entre as diversas áreas do conhecimento é um fator preponderante para a sua realização. No trabalho seguinte, *Lendo o universo a partir de várias práticas pedagógicas como: teatro, observação noturna e experimentos diversos*, a linha de pensamento e de trabalho aponta para o processo de ensino em que se desenvolva no estudante habilidades e competências diversas e torne a aprendizagem de ciências um momento de ludicidade. Por fim, o terceiro e último trabalho, *Trânsito de Mercúrio como oportunidade de aprendizagem da Astronomia*, é uma proposta de trabalho em que um fenômeno real da Astronomia é trazido para dentro da escola e tratado de forma real a partir do desenvolvimento metodológico experimental e investigativo.

Outras iniciativas bem-sucedidas têm gerado ambientes profícuos para debates e trocas de experiências entre professores de ensino de Física no Brasil. Dentre eles o projeto de pesquisa de ensino de Física, localizado na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul sob o título *A Astronomia como Eixo Orientador e Motivador de Conteúdos do Ensino Médio de Física*, em que são apresentadas propostas de cursos onde os alunos são professores. O objetivo central deste projeto é ter fenômenos astronômicos como eixo temático orientador e motivador para desenvolver conteúdos de Ciência no Ensino Fundamental e tópicos tradicionais de Física no Ensino Médio.

Apesar do número crescente de trabalhos voltados para o uso da Astronomia na Educação Básica do Brasil, ainda há um longo caminho a ser percorrido e um vasto campo exploratório de pesquisas sobre ensino de Astronomia nas escolas. As novas demandas pedagógicas, que visam aperfeiçoar as práticas pedagógicas dos professores em seu cotidiano de sala de aula para o ensino de Ciências, têm a Astronomia como aliada na busca dessa melhora, sendo, portanto, a Astronomia se inserido como protagonista no processo educacional.

2.3. ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS NAS PERSPECTIVAS DA INVESTIGAÇÃO E DA EXPERIMENTAÇÃO: PROBLEMATIZANDO O ENSINO DE CIÊNCIAS

Prospectar o ensino de ciências na perspectiva da experimentação e da investigação científica é criar possibilidades de desenvolver competências cognitivas específicas nos

estudantes para o entendimento mais profundo da natureza científica. Assim sendo, os debates e as novas ideias são estendidos a novas situações e novas hipóteses. Dessa forma, a investigação científica desenvolvida no processo de ensino, deve ser realizada através de experimentações demonstrando coerência de suas implicações com o conhecimento aceito pela comunidade científica.

O ensino por investigação (*inquiry*) teve origem na Europa e nos Estados Unidos, foi idealizado pelo americano John Dewey, filósofo e pedagogo, que incorporou novas concepções de aprendizagem através da pedagogia de projetos e por resolução de problemas. De acordo com Dewey (1980), a experiência e aprendizagem não podem ser dissociadas. Nesse sentido, através das investigações científicas, as experimentações devem favorecer a aprendizagem.

No transcurso dos séculos XIX e XX a educação científica aponta novas perspectivas do ponto de vista da abrangência disciplinar, ou seja, um maior número de disciplinas passa a ter status de Ciências, das quais desenvolvem uma lógica indutiva mais complexa. Dessa forma, os estudantes passam a estudar a natureza por meio de observações e apresentam conclusões que justificam o aproveitamento do laboratório. O termo utilizado para esse movimento com essa nova abordagem de ensino é denominado de Pedagogia Progressista, que tem como precursor John Dewey. Ele estabelece um marco importante no ensino investigativo, principalmente nos Estados Unidos, quando a educação passa a ser reconhecida como científica, sendo, portanto, os estudantes incentivados a estabelecerem objetivos procedimentais como: observar, anotar, manipular, descrever, fazer perguntas e tentar encontrar as suas próprias respostas para as perguntas.

A evolução da educação científica por investigação é consequência das mudanças exigidas na sociedade e essas mudanças têm permitido adequações pedagógicas e novos procedimentos didáticos, como exemplo, as concepções alternativas, estratégia exploradas pelo mundo desde 1970, mas que no Brasil, teve tais procedimentos incorporados no processo de ensino quando a investigação científica na escola adquiriu maior importância a partir da elaboração do documento que estabeleceu os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (1997)

Tendo em vista os aspectos observados nos parágrafos anteriores investigação científica na escola deve conduzir o estudante ao raciocínio científico, refletindo, discutindo, relatando, explicando, observando e manipulando objetos. Conclui-se que, os estudantes, ao participarem de uma investigação, descrevem objetos e eventos, explicam e externam hipóteses e conclusões.

Dado o exposto, o Quadro 2 compara as impressões de diferentes autores sobre as abordagens investigativas como prática de ensino.

Quadro 2 - Resumo das análises de diversos autores sobre investigação científica na escola.

MOMENTOS DO PROCESSO	DEL CARMEN (1988)	OLIVEIRA (1992)	ZABALA (1992)	GIL (1993)	GARCIA (1993)
ESCOLA DO OBJETO DE ESTUDO E DO PROBLEMA	Planejamento e clarificação do problema	Escolha do objeto de estudo	Explicitação de perguntas	Situação problemática. Precisar o problema	Contato inicial formulação do problema
EXPRESSÃO DAS IDEIAS DOS ALUNOS. EMISSÃO DE HIPÓTESES	Definição, hipóteses de trabalho	Definição de hipóteses	Hipóteses respostas intuitivas	Construção de modelos e hipóteses	Interação com as informações dos alunos
PLANEJAMENTO DA INVESTIGAÇÃO	Planejamento da investigação e instrumentos	Planejamento da investigação	Fontes de informações, tomada de dados		Elaboração de estratégias para incorporar novas informações
NOVA INFORMAÇÃO	Aplicação de instrumentos de investigação	Materiais e instrumentos	Tomada de dados	Realização de atividades	Interação da informação nova e pré-existente
INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES	Comunicação, discussão, valoração	Comunicação da investigação. Publicação de trabalhos	Seleção, classificação de dados e conclusão	Interpretação dos resultados, relação hipóteses e corpo teórico	
EXPRESSÃO E COMUNICAÇÃO DOS RESULTADOS	Comunicação, discussão, valoração	Comunicação da investigação. Publicação de trabalhos	Expressão Comunicação	Comunicação Intercâmbio entre equipes	Elaboração da informação existente Recapitulação
RECAPITULAÇÃO E SÍNTESE	Sínteses Identificação Modelos explicativos			Sínteses, esquemas. Mapas conceituais	
APLICAÇÃO A NOVAS SITUAÇÕES			Generalização	Possibilidades de aplicação	Aplicação Generalização
METACOGNIÇÃO					Reflexão sobre o processo
ATUAÇÃO NO MEIO		Proposta de intervenção. Ações			

Fonte: Rodriguez et al, 1995, p:12.⁸

Analisando o Quadro 2, denota-se muitas ideias em comum entre os autores, tendo como ponto de partida a problematização, seguido de sugestões de criação das hipóteses pelos estudantes e não dispensam a necessidade interpretativa dos resultados e de sua divulgação.

⁸ Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03-00067.pdf>

Dessa forma, o ensino por estratégias que simulem em ambiente escolar atividades científicas e desenvolva ou engene aparatos experimentais que favoreçam uma educação investigativa, possibilita aos estudantes se relacionarem com a ciência viva e concreta. Segundo DeBoer (apud SILVA, 2011, p. 24), o laboratório e as investigações conduzidas pelos estudantes permitiriam o contato direto com os objetos e fenômenos naturais, o que proporcionaria uma experiência de descoberta do mundo natural e uma prática na produção de conclusões próprias.

3. REFERENCIAIS TEÓRICOS

Ao descrever sobre práticas de ensino através da metodologia da experimentação, da observação fenomenal e da investigação científica nas aulas de Física, a busca por aportes teóricos que representassem uma perspectiva diferenciada no que concerne às práticas do ensino mecânico, culminou na predileção por David Ausubel (1928 – 2008), construtor da teoria sobre aprendizagem significativa, e John Dewey (1859 – 1952), um educador em defesa de uma aprendizagem mais ativa e participativa. Ambos forneceram subsídios relevantes para construção e processo evolutivo do trabalho de pesquisa.

3.1. PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO POR DAVID AUSUBEL.

David Ausubel, psicólogo da educação americana passou vinte anos de sua vida se dedicando às pesquisas sobre aprendizagem do ser humano e os seus processos. Para Ausubel, o homem não nasce completo, aprendemos a falar, a nos relacionar e a ler, sendo assim, a aprendizagem é um sistema complexo que envolve saberes específicos que o professor deve considerar ao exercer sua função. Essa complexidade e esses saberes integram os princípios básicos para desenvolvimento da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel:

A aprendizagem significativa, por definição, envolve a aquisição de novos significados. Estes são, por sua vez, os produtos finais da aprendizagem significativa. Ou seja, o surgimento de novos significados no aprendiz reflete a ação e a finalização anteriores do processo de aprendizagem significativa. (AUSUBEL, 2003, p.71)

Para Ausubel a aprendizagem é significativa quando aquilo que aprendemos ou estamos começando a aprender tem conexão com algo que já conhecemos. De acordo com Ausubel (2003), a essência do processo de aprendizagem significativa, consiste no fato de que novas ideias expressas de forma simbólica (a tarefa da aprendizagem) se relacionam diretamente com o conhecimento antecessor do aprendiz (a estrutura cognitiva deste numa determinada área de matérias), de forma não arbitrária e não literal, e que o produto desta interação ativa e integradora é o surgimento de um novo significado, que reflete a natureza substantiva e denotativa deste produto interativo.

Para Ausubel, os novos conceitos que chegam aos estudantes terão o processo de aprendizagem facilitado quando eles encontram familiaridade com os conceitos já incorporados

resultados das interações socioculturais desses estudantes. Logo, essa nova aprendizagem começa a ter significado, ou em outras palavras, o conhecimento recém-incorporado começa a ter utilidade.

Torna-se, portanto, imperativo visitar o modelo de pensamento do aluno, explorar as experiências que o aluno traz sobre o que será ensinado, compreender a maneira como ele pensa e dessa forma alinhar percepções através de uma relação dialógica com o aluno como forma de convite ao novo saber, potencializando dessa forma a aprendizagem significativa.

Enfim, o que é uma aula significativa? Segundo Ausubel a aula significativa é estruturada para o aluno construir e organizar seus significados sobre o que ele está aprendendo, construindo sentidos, através de contextos próximos da vida do aluno, construindo conceitos com os próprios alunos e enfrentando desafios próximos da realidade, dessa maneira há fortalecimento no processo de assimilação na aprendizagem e na retenção de significados.

Estas ideais novas interagem com as ideias relevantes ancoradas e o produto principal desta interação torna-se, para o aprendiz, o significado das ideias de instrução acabadas de introduzir. Estes novos significados emergentes são, depois, armazenados (ligados) e organizadas no intervalo de retenção (memória) com as ideias ancoradas correspondentes. (AUSUBEL, 2003, p. 8).

Em vista do argumento apresentado, o aprendiz constrói sentidos e significados no que está aprendendo, já o professor tem o papel de observar e intervir de forma a apoiá-lo do sentido ao significado, estabelecendo contrapontos de situações contextuais inclusivas, acontecimentos próximos aos alunos que contenham os conteúdos apresentados, porém sem apresentar respostas prontas ou problemas solucionados.

Uma das maiores preocupações de Ausubel foi desenvolver uma teoria de ensino que ajudasse os professores no enfrentamento de diferentes situações. Para isso o professor deve estar atento aos conteúdos e como eles podem ser operados de acordo com a estrutura cognitiva do estudante.

No Brasil, um representante dos mais expressivos sobre aprendizagem significativa, o Professor de Física Marco Antônio Moreira, apresenta uma vasta literatura concentrada em processos de aprendizagem. Para Moreira, a aprendizagem significativa deve ser crítica, ou seja, o processo de educação deve ser reflexivo e não passivo, dessa forma as Leis da Física podem ser confrontadas e questionadas porque elas nem sempre são definitivas e, além disso, são ancoradas em saberes pré-estabelecidos historicamente que subjaz essa construção. Em conformidade com seu pensamento, Moreira cita:

Assim, a aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos, ideias, proposições interagem com outros conhecimentos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade. (MOREIRA, 2008, p. 2)

Moreira então estabelece uma interatividade entre os novos saberes com os saberes já incorporados pelos estudantes e ao mencionar que as Leis da Física estão ancoradas em conhecimentos prévios, todos os sistemas de cognição devem admitir processos de diferenciação, elaboração e estabilidade do novo conhecimento, premissa importante que preconiza a teoria ausubeliana.

3.2. JOHN DEWEY, POR UMA EDUCAÇÃO PARTICIPATIVA E INTEGRADORA

John Dewey, um dos fundadores do pragmatismo filosófico da relação entre pensamento e ação, premissas da Teoria Progressista, que se opôs nesse período ao ensino mecânico baseado em técnicas de memorização e na transferência do conhecimento. Sobre educação, Dewey, segundo Anísio Teixeira no relatório *Aspectos Americanos da Educação*, é o processo de reconstrução e reorganização da experiência, de sorte a argumentar-lhe e lhe ampliar o sentido e, assim, conseguir a mais larga habilidade para dirigir o curso de subsequentes experiências. Pode-se mencionar que, como Ausubel, para Dewey o estudante aprende a pensar executando o pensamento, utilizando de métodos que ajudem a construir conceitos.

A partir de Dewey temos uma educação voltada para o aluno e suas experiências, e através dessas experiências, faz-se da problematização no processo de ensino, uma estratégia para que aconteça a aprendizagem, pois a aprendizagem aconteceria a partir de desafios e das experiências vivenciadas pelos aprendizes. Essas ideias permanecem até os dias atuais, no século XXI, inclusive no Brasil, quando Anísio Teixeira, estudioso profundo das teorias de Dewey, as trouxe.

Dessa forma, o ensino foca na vida, nas atividades práticas em conciliação com a teoria, sendo o estudante elemento ativo do seu próprio projeto de aprendizagem. De acordo com as ideias de Dewey, Zômpero (1980) afirma que, no universo há um conjunto infinito de elementos que se relacionam da maneira mais diversa possível. Tudo existe em função dessas relações.

Isso evidentemente ocorre também com as pessoas. Quando a criança chega à escola, ela já vivenciou muitas experiências, por isso, esse agir e reagir amplia-se, e as experiências se reconstróem por meio das reflexões.

Nessa perspectiva ao tratar de investigação científica na escola, a teoria deweyana coloca o aluno como participante ativo de sua aprendizagem, propondo problemas, formulando hipóteses, coletando dados durante o experimento e formulando conclusões. A concepção é fazer o estudante analisar e buscar suas próprias respostas em detrimento do raciocínio meramente indutivo. O conhecimento é uma percepção das conexões de um objeto, que o torna aplicável em uma dada situação (DEWEY apud SOUZA, 2012, p. 231).

Logo ao tratar de ensino por investigação de acordo com Zômpero, essa abordagem terá a finalidade de desenvolver habilidades cognitivas nos alunos, hipóteses e desenvolver a capacidade de argumentação.

4. METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentadas as etapas metodológicas aplicadas durante a trajetória de pesquisa com o propósito de alcançar os objetivos elencados com a pretensão de propor estratégias de ensino de Física que usem a investigação, a observação e a experimentação de temas relacionados aos fenômenos astronômicos na tentativa de propiciar melhoria na compreensão dos estudantes sobre os princípios e leis da Física.

4.1. CARACTERIZAÇÕES DO CAMPO DE PESQUISA (ESCOLA) E DO PÚBLICO ALVO

A unidade escolar para desenvolvimento da pesquisa integra a rede estadual de educação da Bahia, localiza-se na cidade de Salvador e identificada como Colégio Estadual Landolfo Alves (CESLA). Considerada uma escola de grande porte, funciona nos três turnos com ensino médio, mas no turno noturno, oferece também a modalidade de ensino de Educação de Jovens e Adultos (EJA).

A escola é integrada ao Complexo Educacional Oscar Cordeiro em um prédio de sete andares, onde ocupa o terceiro, quarto e quinto andares. Apresenta instalação física regular com flutuações na rede elétrica; algumas salas de aulas em condições desagradáveis de uso no turno matutino devido à elevada temperatura e sensação térmica desconfortável, ocorrendo melhora significativa durante a noite; possui laboratórios de Física, Química e Biologia, que infelizmente não funcionam plenamente, uma vez que, a Secretaria de Educação da Bahia não disponibiliza mão de obra para contribuir na organização do espaço; um laboratório de informática cujo sinal de internet não funciona com eficiência; trinta e duas salas de aula, sessenta e oito professores e vinte funcionários.

O projeto pedagógico da escola caracteriza-se pela pedagogia de projeto, em que o tema escolhido é desenvolvido durante todo o ano letivo em uma ação multidisciplinar a ser estendido por todas as modalidades de ensino nos três turnos de funcionamento da escola. Para o ensino médio, a média de aprovação do estudante é 5,0 (cinco), onde nas quatro unidades o aluno deverá fazer um total de 20,0 pontos para obter aprovação sem necessidade de recuperar ao final da última unidade. Vale ressaltar que, a modalidade de Educação de Jovens e Adultos apresenta aspectos diferenciados, pois a aprovação ou reprovação do aluno não está atrelada a uma pontuação extraída das avaliações e médias finais de cada unidade, mas sim a conceitos que indicam se o estudante está apto ou não está apto para ser promovido ao próximo seriado.

O projeto proposto para este trabalho será desenvolvido em duas turmas do 2º ano do Ensino Médio no turno matutino e duas turmas da modalidade de Educação de Jovens e Adultos do turno noturno. Os estudantes do turno matutino são adolescentes, apresentando uma faixa etária entre 16 e 18 anos, os estudantes do turno noturno apresentam idades mais avançadas, são trabalhadores e buscam na escola resgatarem o déficit de instrução. A Tabela 4 aponta a quantidade de alunos que integraram os trabalhos.

Tabela 4 - Quantidade de alunos participantes nas atividades.

<i>Turmas</i>	<i>Quantidade de alunos</i>
2º ano do Ensino Médio	45
EJA	35
Total	80

Fonte: Próprio Autor

Em função dessas diferenças e com a intenção de traçar um perfil mais realista desses estudantes foi elaborada e aplicada uma entrevista escrita, denominada de avaliação diagnóstica a fim de dimensionar o grau de conhecimento que esses estudantes possuem sobre questões básicas da Astronomia.

Dessa forma, as análises das respostas atribuídas pelos 80 estudantes participantes da avaliação diagnóstica, apresentada no Questionário I, retrata um quadro que merece reflexão e discussão mais atenta, pois na sua totalidade (100%) acham que a Astronomia é importante para a humanidade, porém desconhecem as contribuições diretas e indiretas que essa ciência nos proporciona. Todos estudaram temas relacionados à Astronomia somente no Ensino Fundamental 1, nunca visitaram espaços alternativos de aprendizagem (museus, centro de tecnologia e planetários), não conhecem as teorias heliocêntrica e geocêntrica, reconhecem alguns tipos de ondas eletromagnéticas, mas não a sabem definir ou caracteriza-las.

4.2. TIPOS DE ESTUDO E METODOLOGIA APLICADA

A abordagem metodológica usada foi qualitativa em função dos objetivos delimitados terem características subjetivas e estarem relacionados às ações atitudinais dos estudantes no

processo. Tratou-se, pois, de uma investigação não somente da observação direta do trabalho proposto, mas principalmente do envolvimento do autor nos procedimentos investigativos e experimentais como meio de garantir resultados mais eficientes e próximos dos objetivos definidos.

Também se evidencia na pesquisa uma abordagem descritiva, pois, os objetos de estudo, em particular os experimentos utilizados no processo educacional e os recursos materiais utilizados durante os trabalhos já são difundidos. Como consequência, foram examinadas situações nos espaços de aprendizagem que diferem das práticas de ensino mais usuais, o que torna esse trabalho mais específico. Em vista disso é pertinente refletir: Em qual momento as atividades experimentais devem ser aplicadas? Em qual momento teremos melhor retenção de aprendizagem? Como deve ser conduzido esse processo? Como a Astronomia pode facilitar a aprendizagem dos Princípios e das Leis da Física?

A pesquisa se caracterizou também como ação procedimental participante. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), na observação participante “os investigadores qualitativos interagem com os seus sujeitos de forma natural, não intrusiva e não ameaçadora” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 68), ou seja, o pesquisador age no processo, interfere nos procedimentos, porém sem usar sua autoridade intelectual, e sim lhes fornecendo orientação para que os estudantes possam desenvolver autonomia.

Os métodos adotados para desenvolver os trabalhos são convergentes com as ações planejadas e sistematizadas, respeitando uma sequência lógica e pedagógica que cooperou na organização das etapas cumpridas.

Sendo assim, na atividade investigativa (radiotelescópio didático), observacional (Lua) e experimental (fases da Lua e espectroscópio), as etapas de trabalho se caracterizaram por algumas ações em comuns e também bem específicas em função dos objetivos planejados para cada atividade. Essas ações estão exemplificadas a seguir:

- (1) pesquisas bibliográficas em livros, artigos e em sites especializados sobre diversas atividades práticas experimentais dos temas propostos para análises de aplicação;
- (2) aplicação de questionários (concepções alternativas) aos estudantes em função dos eixos temáticos em questão presentes nas atividades práticas selecionadas com o objetivo de realizar um levantamento estatístico dos conhecimentos prévios dos estudantes;
- (3) o uso de recursos audiovisuais planejados de acordo ao processo de evolução dos trabalhos: vídeos e sites simuladores de fenômenos em relação à Astronomia;

- (4) a identificação da atividade investigativa com o radiotelescópio didático e dos experimentos sobre as fases da Lua e espectroscopia tiveram processos de evolução didática distintos. A orientação de montagem e uso do radiotelescópio assim como os registros foram amplamente debatidos em sala para que os resultados fossem os mais fidedignos possíveis, sendo que as abordagens dos conteúdos de Física transcorriam durante a investigação. Nos experimentos das fases da Lua e sobre espectroscopia, inicialmente os alunos só foram informados sobre os materiais de baixo custo que deveriam ser coletados e trazidos à sala de aula para construção do *kit* experimental. A exploração dos conteúdos envolvidos sobre Física e Astronomia foi desenvolvida durante o processo de construção do *kit*;
- (5) acompanhamento sistemático de observação a partir da distribuição dos formulários por grupos de estudantes do segundo ano do ensino médio para os dias de observações das ondas de rádio através do radiotelescópio didático; e dos formulários individualizados para estudantes da Educação de Jovens e Adultos para observação diária da Lua em um período de 29 dias;
- (6) a elaboração de hipóteses se deu concomitantemente à evolução dos trabalhos onde os estudantes foram estimulados, a partir de problemas sugeridos, a pensarem nas respostas e formular hipóteses em diversas etapas das atividades investigativa, observacional e experimentais;
- (7) a discussão teórica sobre o fenômeno (reformulando as hipóteses) no decurso dos trabalhos sugeriram as intervenções pedagógicas partindo de interpelações teóricas em sala de aula com objetivo de discutir novos conceitos e reformular diferentes hipóteses;
- (8) as coletas de dados (radiotelescópio) e registros das observações das fases da Lua e dos espectros de luz de diversas fontes eram devidamente analisados para estudos, construção de gráficos e comparação com padrões de medidas;
- (9) análises e discussões dos resultados da atividade investigativa (radiotelescópio didático), das atividades experimentais dos *kits* didáticos (fases da Lua e espectroscopia) e da atividade observacional (Lua) com peculiaridades bem distintas em função da natureza de estudo. Por exemplo, para as praxes investigativas e experimentais as análises são processuais, entretanto para a prática observacional a análise ocorrera no final da atividade. O Quadro 3 mostra as diversas estratégias planejadas e colocadas em prática:

Quadro 3 - Etapas do processo de trabalho para desenvolvimento da investigação científica, da observação astronômica e dos experimentos.

ETAPAS DO PROCESSO DE TRABALHO	INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA RADIOTELESCÓPIO DIDÁTICO	OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA LUA	EXPERIMENTOS FASES DA LUA E ESPECTROSCÓPIA
Levantamento bibliográfico	Pesquisas em sites especializados Artigos Livros	Pesquisas em sites especializados	Pesquisas em sites especializados Artigos Livros
Aplicação de questionários (concepções alternativas) aos estudantes;	Levantamento prévio sobre Astronomia geral. Levantamento prévio sobre radioastronomia.	Levantamento prévio sobre Astronomia geral.	Levantamento prévio sobre Astronomia geral. Levantamento prévio sobre fases da Lua e espectroscopia.
Identificação das atividades	Descrição da montagem e de operação. Exposição de objetivos	Descrição observacional. Exposição de objetivos	Descrição da construção dos experimentos.
Uso de recursos audiovisuais	Apresentação fragmentada do vídeo em função da evolução do trabalho. Apresentação de slides durante o processo.		Uso de animação e simulação de Astronomia para estudantes do EJA na etapa final do trabalho (fases da Lua). Apresentação de slides.
Atividades observacionais	Observações em dias aleatórios pela manhã.	Observação diária no intervalo de tempo de 29 dias corridos	
Problematização e elaboração de hipóteses dos estudantes.	Discussão dos resultados parciais. Hipóteses sugeridas pelos estudantes.	Discussão dos resultados finais.	Discussão dos resultados parciais. Hipóteses e respostas sugeridas pelos estudantes.
Discussão teórica sobre o fenômeno (reformulação das hipóteses)	Abordagens temáticas sobre Física com correspondência a prática.		Uso dos experimentos como instrumento de aprendizagem sobre as Leis da Física.
Coleta de dados e registros	Registros e coleta de dados (ondas de rádio) obtidos no radiotelescópio	Registros diários das aparências da Lua.	
Análise e discussão dos resultados.	Construção de gráficos e verificação estatística do perfil do espectro de ondas de rádio.	Análise comparativa dos respectivos registros das aparências da Lua com atividade	Verificação dos espectros de luz obtidos de diversas fontes de luz.

		experimental das fases da Lua	Ajuste dos kits experimentais (espectroscopia e fases da Lua)
--	--	----------------------------------	--

Fonte: Próprio Autor.

As informações referentes ao tempo de desenvolvimento das atividades e da apresentação em ordem sequencial das etapas das atividades desenvolvidas estão disponíveis e contidas nos planos de aulas em anexo, assim como os conteúdos abordados durante a evolução dos trabalhos.

5. INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA NA ESCOLA: A RADIOASTRONOMIA

O trabalho objetiva estudar ações interativas entre a Ciência Física e a Radioastronomia em uma escola de Educação Básica do Ensino Médio a partir da detecção da radiação eletromagnética na faixa de comprimento onda de micro-ondas proveniente do Sol. Neste capítulo, estão dispostas as características do objeto de estudo, as tecnologias empregadas para sua observação, as etapas de execução do projeto e os resultados obtidos na atividade investigativa proposta.

5.1. A RADIOASTRONOMIA: UM BREVE CONTEXTO HISTÓRICO

A história da radioastronomia começa a ser contada a partir de 1889 quando Nikolas Tesla (1856 – 1943) detecta pela primeira vez ondas de rádio oriundas do cosmo, porém esse registro histórico não é validado como início da radioastronomia, e sim no ano de 1932, quando foram detectadas acidentalmente ondas de rádio vindas do centro da galáxia Via Láctea pelo engenheiro Karl G. Jansky (1905 – 1950). Na sequência, Grote Reber (1911-2002), estudante americano de engenharia de rádio, constrói em 1937 o primeiro radiotelescópio, dando continuidade às ideias de Karl Jansky sobre investigação de ondas de rádio cósmico. Esse radiotelescópio está apresentado na Figura 2 e seus estudos foram decisivos para difusão da radioastronomia.

Figura 2 - Primeiro Radiotelescópio: construído pelo radioamador norte-americano Reber.



Fonte: Acervo Ângeloleithold⁹.

⁹ Disponível em: <https://sites.google.com/site/radioastronomia>

O radiotelescópio de Reber apresentado na Figura 2 possuía um diâmetro de nove metros, tendo como elementos básicos o coletor parabólico e um receptor, os quais constituem uma antena parabólica, elementos básicos de um sistema da captação de ondas de rádio utilizados atualmente em grande escala.

Mas o que é a radioastronomia? O que a radioastronomia estuda? A radioastronomia é uma ciência que estuda os astros e suas interações com o Universo através das ondas de rádio que emitem. O princípio básico de funcionamento de um radiotelescópio é captar ondas eletromagnéticas de comprimento de ondas de rádio que podem variar na ordem de milímetros até dezenas de metros emitidas por corpos celestes, o que nos permite identificar a onda eletromagnética do espectro de frequência de micro-ondas desde os primórdios tempos do Big Bang e de outros eventos, as quais têm trazido importantes resultados para a pesquisa na Astronomia, como cita o documento Plano Nacional de Astronomia:

No século passado, a detecção de ondas de rádio oriundas do espaço extraterrestre abriu uma nova janela para a pesquisa astronômica que até 23 então era limitada à faixa óptica do espectro eletromagnético. Dessa forma, surgiu a radioastronomia que utiliza tecnologias distintas daquelas usadas na Astronomia óptica. As importantes descobertas científicas feitas com os radiotelescópios nas décadas seguintes consolidaram a radioastronomia como um importante pilar da pesquisa astronômica. (Plano Nacional de Astronomia-Observatório do Pico dos Dias, 2010, p. 22)

Constata-se, portanto, que a radioastronomia moderna vem apresentando contribuições expressivas para as pesquisas relacionadas à Astronomia, alcançando e explorando regiões cada vez mais longínquas do Universo, distâncias essas que a Astronomia Óptica apresenta limites operacionais, como por exemplo, a observação de rotação das galáxias, a detecção da radiação cósmica de fundo e a investigação do Sol em diversos comprimentos de ondas além da luz visível.

Neste sentido, os investimentos tecnológicos dos radiotelescópios vêm crescendo em caráter irrevogável. Um dos procedimentos técnicos mais usuais e considerado um marco no processo de evolução, advém da combinação de radiotelescópios, denominado de interferometria, desenvolvida por Martin Ryle, desde meados da década de quarenta para garantir melhores resultados e ampliando as observações de alta resolução. Os primeiros radiotelescópios que passaram a utilizar essa técnica para observação de objetos celestes produziam imagens pelo método VLBI - *Very Long Baseline Interferometry* (interferometria de linha de base muito longa). A observação destes objetos celestes por vários radiotelescópios

de uma rede de milhares de quilômetros permite definir posições na superfície da Terra, com precisão na ordem de milímetros.

O primeiro processo de rádio interferometria foi utilizado com dois radiotelescópios de 200 MHz, próximo de Sydney, Austrália. Os astrônomos observaram o Sol ao amanhecer com radiação direta e refletida pelo mar e através do fenômeno de interferência dos dois sinais, os cientistas descobriram que a radiação solar era composta de vários comprimentos de ondas ainda não conhecidos.

Considerando a historicidade evolutiva da radioastronomia e seu progresso tecnológico, hoje temos disseminados em diversas localidades do planeta áreas específicas que reúnem condições técnicas de instalações (acessibilidade) e observações astronômicas à rádio que merecem destaques:

1. Observatório Arecibo na Figura 3, localizado em Porto Rico, cuja antena tem um diâmetro de 305 metros com objetivo de mapear a distribuição de ruídos do espaço estelar

Figura 3 - Observatório Arecibo.



Fonte: Arecibo Observatory¹⁰

2. O Radiotelescópio FAST (*Spherical Telescope Five hundred meters Opening*), na figura 4 de 500 metros de diâmetro, localizado na província de Guizhou, no sudoeste da China, construído para detectar vidas extraterrestres.

¹⁰ <http://websites.suagm.edu/ao/?q=the-305m-telescope>

Figura 4 - Radiotelescópio FAST (*Spherical Telescope Five hundred meters Opening*).



Fonte: tsf.pt¹¹.

3. Radiotelescópio ALMA (*Atacama Large Millimeter Array*), na Figura 5, localizado no Deserto de Atacama, no Chile, possui 66 antenas (interferômetro). Construído com objetivo principal de captar formação estelar no Universo primordial.

Figura 5 - Radiotelescópio ALMA (*Atacama Large Millimeter Array*).



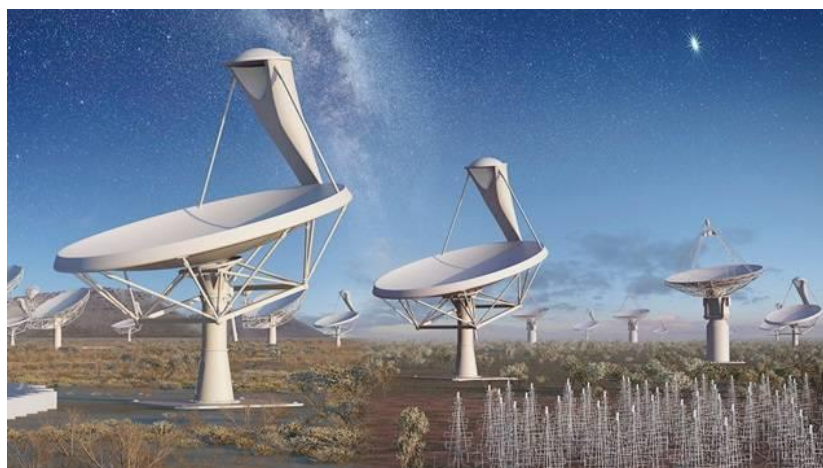
Fonte: ALMA¹².

4. Na Figura 6 é apresentado um dos projetos mais audaciosos, o Radiotelescópio SKA (*Square Kilometre Array*) com previsão para funcionamento pleno em 2020, será o maior radiotelescópio em funcionamento do mundo e buscará por respostas mais precisas sobre o Universo como a procura por planetas de zonas habitáveis, sobre a origem do Universo e a análise dos mistérios da energia escura. O radiotelescópio SKA fica localizado na Austrália e África do Sul.

¹¹ Disponível em: www.tsf.pt/sociedade/ciencia-e-tecnologia/interior/maior-radiotelescopio-do-mundo

¹² Disponível em: http://www.almaobservatory.org/en/visuals/images/the-alma-observatory/?g2_itemId=4603

Figura 6 - Radiotelescópio SKA (Square Kilometre Array).



Fonte: SKA Organisation¹³.

5. O Radiotelescópio *Very Large Array* (VLA), na Figura 7, localizado na cidade de Socorro no Novo México, Estados Unidos, é composto de 27 radiotelescópios de 25m de diâmetro, todos interligados por interferometria. Seu principal objetivo é observar galáxias, buracos negros e os exoplanetas.

Figura 7 - Radiotelescópio VLA (*Very Large Array*).



Fonte: National Radio Astronomy Observatory¹⁴.

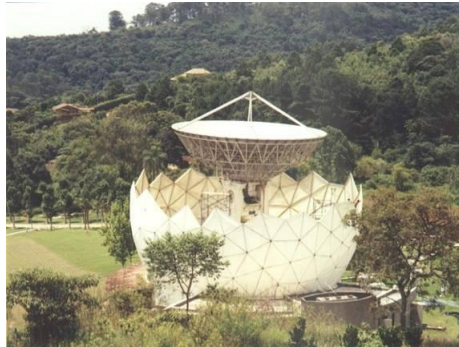
6. No Brasil, o primeiro investimento em radioastronomia foi um radiotelescópio instalado em 1970, na cidade de Atibaia, São Paulo (Rádio Observatório do Itapetinga) (Figura 8). Em seguida, na década de 80, instalou-se um conjunto de cinco antenas, inédito na física solar com analisadores espectrais acústicos e ópticos. Para um futuro próximo um projeto conjunto entre

¹³ Disponível em: <http://portugal.skatelescope.org/projeto-ska/>

¹⁴ Disponível em: <http://www.oal.ul.pt/oobservatorio/vol10/n4/pagina4.html>

rádio astrônomos brasileiros e argentinos, o LLAMA (*Large Latin American Array*) estará em operação com objetivo de realizar interferometria VLBI com uma ou mais antenas do ALMA, a fim de estudar a composição atmosférica dos planetas extra-solares.

Figura 8 - Rádio Observatório de Itapetinga.

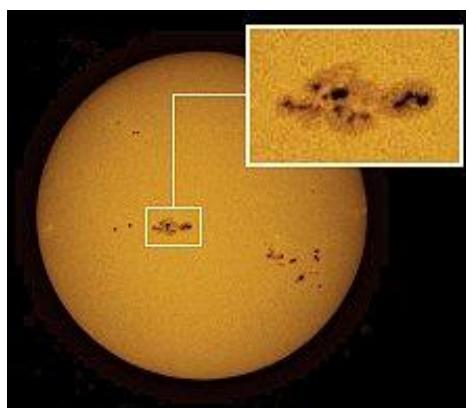


Fonte: INPE¹⁵.

5.2. O SOL, A NOSSA ESTRELA

As pesquisas e estudos sobre a estrutura do Sol tornaram-se imprescindíveis para explicar seu funcionamento e compreender fenômenos físicos como as explosões solares. Esse fenômeno manifesta-se notadamente pelo aparecimento das manchas solares apresentadas na Figura 9, caracterizadas por regiões mais frias na superfície do Sol.

Figura 9 - Sol com representação das manchas solares.



Fonte: NASA/Solar Dynamics Observatory¹⁶.

¹⁵ Disponível em: www.cea.inpe.br

¹⁶ Disponível em: <http://www.castfvg.it/Elidoro%20Claudio/Digiland/Astronomia/sole.html>

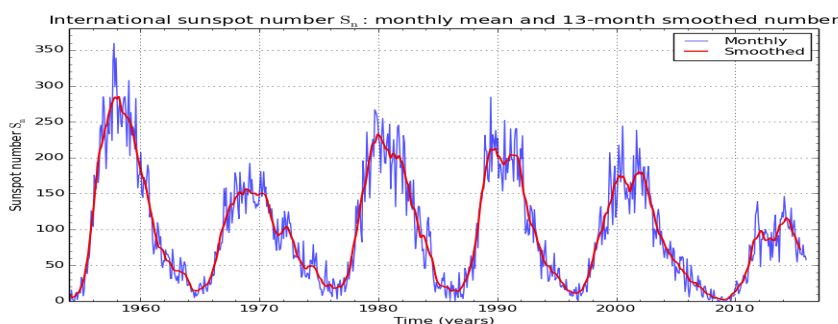
As manchas solares representadas na Figura 9 são zonas escurecidas presentes na superfície do Sol, cujas temperaturas são inferiores àquelas encontradas normalmente na sua superfície.

As observações iniciais das manchas solares foram registradas cerca de 800 a.C. pelos astrônomos chineses. Depois, o astrônomo grego Metão, a aproximadamente 400 a.C. Galileu Galilei, mais de 2000 anos depois, contrariando a visão aristotélica da época, escreve uma carta explicando que as manchas estão localizadas no próprio Sol ou muito próximas dele. De acordo com Galileu Galilei apud Marcelo Moschertt:

[...] finalmente descobri naquela parte do céu, meritoriamente a mais pura, [...] na face do próprio Sol, produzir-se continuamente, e dissolver-se em pouco tempo, uma quantidade inumerável de matéria escura e densa [...] (GALILEI apud MOSCHETTI, 2006, p. 331)

Hoje sabemos que essas manchas correspondem a gradientes de temperaturas (aproximadamente 2000 K) existentes entre elas e o seu entorno, e que as densidades dessas manchas solares correspondem a um período cíclico de 11 anos, denominado atividade solar, já descrito desde 1844, por um astrônomo amador alemão conhecido por Schwabe (1789 – 1875). O Gráfico 4 mostra a quantidade de manchas presentes entre os anos 1954 e 2016.

Gráfico 4 - Número médio mensal de manchas entre anos 1954 e 2016.



Fonte: Royal Observatory of Belgium¹⁷.

O Gráfico 4 mostra uma variação periódica na concentração de manchas solares com um regime temporal de 11 anos. A teoria que melhor explica a origem dessas manchas está relacionada ao surgimento de intensos campos magnéticos no Sol, produzidos principalmente quando os polos magnéticos que são invertidos a cada 22 anos (o que corresponde a dois ciclos de atividades solares). Sendo esses campos magnéticos fortemente acelerados, ejetam partículas

¹⁷ Disponível em: <http://www.sidc.be/silso/monthlyssnplot>

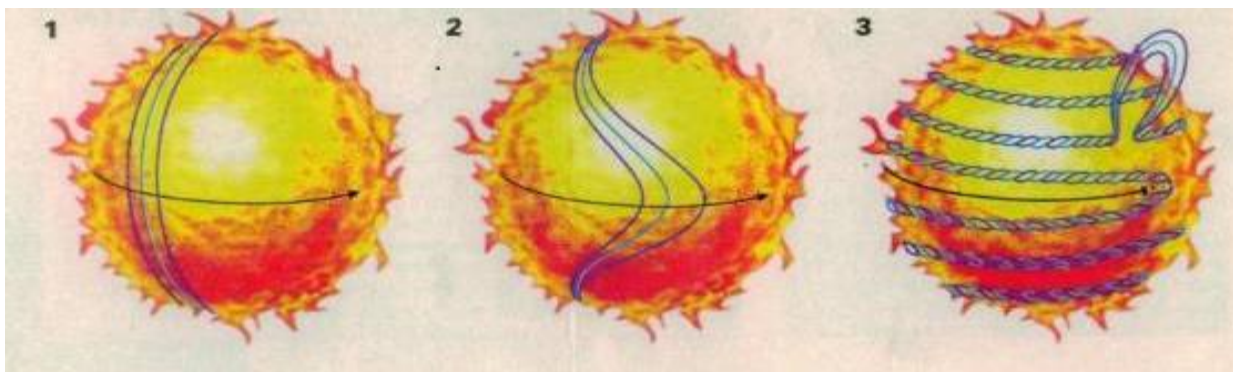
e radiação eletromagnética em micro-ondas, ondas de rádio, radiação ultravioleta, raios-X e raios-gama em maior intensidade para o espaço.

De acordo com Ceccato (2003), pesquisador do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), a ejeção das partículas e energias radioativas do Sol pode ser explicada a seguinte forma:

...quando a rotação diferencial no Equador é mais rápida do que nos pólos, o gás que está preso às linhas de campo as arrasta consigo causando uma distorção em sua direção a partir de médias latitudes em direção ao Equador [...], até que a densidade de linhas de campo torna-se muito elevada e sua direção passa a ser praticamente paralela à linha equatorial solar. Nesse período, começa a ocorrer o afloramento das linhas de campo sub-superficial em forma de arcos. (CECATTO, 2003)

Portanto, a formação dos arcos magnéticos (formação dos dipolos magnéticos), expressa na Figura 10, ocorrem nas regiões escurecidas (manchas solares), devido ao fortalecimento do campo magnético na zona convectiva em função da modificação das linhas do campo magnético provocada pela diferença de velocidade de rotação dos gases[1] alargando essas linhas de campos magnéticos[2] que ao retorcerem ao extremo até o momento em que a pressão magnética produz a erupção na fotosfera [3].

Figura 10: Formação dos arcos magnéticos no Sol e dos arcos magnéticos.



Fonte: INPE¹⁸.

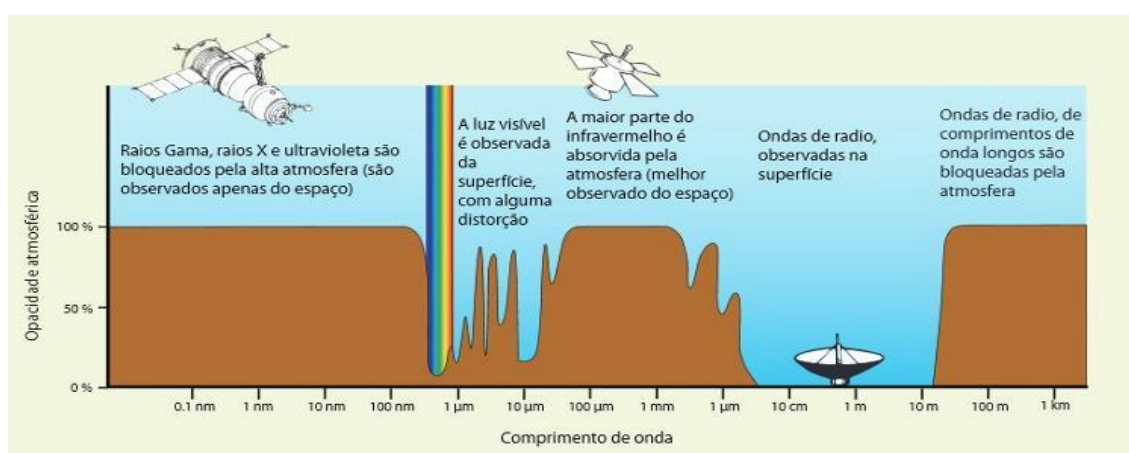
A alta energia radiada por um arco magnético como mostra a Figura 10 produz uma explosão solar (*flare*), que emite radiação eletromagnética na faixa de frequência de micro-ondas e são detectados por detectores instalados na superfície da Terra ou em satélites que orbitam o nosso planeta.

¹⁸ Disponível em: www.das.inpe.br

Diante de todos esses aspectos, a importância de se estudar fenômenos associados ao aparecimento das manchas solares e acontecimento das explosões solares reside na medida em que essas partículas aceleradas após as explosões solares têm como consequência a formação do vento solar e a emissão de ondas de rádio (energias radiativas), que ejetadas para o espaço poderão atingir a Terra causando alterações significativas em sistemas de telecomunicações e sistemas de transmissão de energia elétrica (KEPLER, 2014). Por outro lado, a interação dessas partículas ejetadas com o campo magnético da Terra produz um dos fenômenos visuais mais belos para ser apreciado, conhecido como auroras polares.

A celeridade do desenvolvimento da Física Solar foi consequência dos resultados obtidos a partir das observações via rádio, pois o Sol ao emitir radiação em todo espectro eletromagnético não nos permitia obter, quando observado da superfície da Terra, todas as informações e características físicas através da observação e análise do espectro da luz visível, porém, para as radiações com comprimento de onda rádio e micro-ondas a atmosfera terrestre apresenta-se como janela aberta. Essa peculiaridade apresenta grandes vantagens, uma vez que, para os demais comprimentos de ondas, a atmosfera terrestre demonstra níveis de opacidade importante. No caso do Radiotelescópio Didático, essa propriedade é uma característica facilitadora para sua operação, uma vez que, a fácil captação dessas ondas, aumenta a viabilidade da aplicação do dispositivo como meio educacional. A Figura 11 é uma ilustração que demonstra os níveis de opacidade da radiação eletromagnética oriunda do Sol ao atingir a atmosfera da Terra.

Figura 11 - Representação da opacidade das ondas eletromagnéticas para a Terra em função do comprimento de onda.



Fonte: Laboratório Nacional de Astrofísica¹⁹.

¹⁹ Disponível em: <http://www.lna.br/~museuvirtual/evolucao.html>

Verifica-se na Figura 11 a transparência da atmosfera terrestre para ondas eletromagnéticas na faixa de micro-ondas, com comprimentos de comprimento de onda entre 10 cm e 10 m, portanto favorável para aplicação da radioastronomia.

5.3. FUNDAMENTOS BÁSICOS DO RADIOTELESCÓPIO DIDÁTICO

Estudos de emissões de rádio do Sol são particularmente importantes porque os seus resultados nos indicam informações interessantes que nos afetam e se manifesta aqui na Terra através das erupções solares, como explica Gary Forrester no texto *Solar Observations During a Solar Minimum Using a Small Radio Telescope* (2010). Desenvolver um sistema de pequena dimensão e de fácil construção disposto em pequenos espaços, inclusive nas escolas, é uma maneira de detectar as erupções solares de forma simples, eficaz e didática.

Logo, o Sol é uma fonte que propicia estudos em diversas áreas do conhecimento das Ciências da Natureza, as quais podem ser exploradas para aplicação de diversas estratégias de ensino, principalmente relacionadas às abordagens práticas experimentais como o SRT (*small radio telescope*).

A acessibilidade é um item a ser considerado quando tratamos de grandes centros de observações radioastronômicas, pois as suas instalações geralmente estão a grandes distâncias dos centros urbanos, logo, os pequenos sistemas radiotelescópios surgem como alternativa para que escolas e universidades possam usá-los adequando pedagogicamente a sua funcionalidade e com custos bem acessíveis. De acordo Maurizio Tinti:

Desde que a natureza do radiotelescópio proposto é puramente para fins pedagógicos, é possível aceitar uma abordagem meramente qualitativa. A fim de manter a um nível baixo o ganho do DC (tensão contínua) seção que segue o detector (que introduz ruído e térmica deriva), é possível aumentar o ganho da seção se inserindo um amplificador entre o LNB e o detector. Podemos usar, para exemplo, um amplificador linear para TV por satélite (ganho de 20 dB), juntamente com outro amplificador comercialmente disponíveis, tais como os Minicircuitos ZEL-1217LN (ganho de 20 dB). (TINTI, 2013, p. 159)

O principal componente para captação de ondas é o detector, que capta o sinal do prato da antena e que neste caso é facilmente encontrado nos sistemas de transmissão de TV a cabo, por apresentar baixo ruído e alto ganho.

Um sistema radiotelescópio de pequena dimensão é constituído basicamente por uma antena parabólica de 0,60 m de diâmetro com LNB (*low noise block*), *Satelite finder* (SAT FINDER), fonte de alimentação de 13,8 V e 5 A, cabos, conectores, computador e placa de

som, sendo esses dois últimos componentes dispensáveis para uso pedagógico. Conforme Kley Fernandes

“...o radiotelescópio cumpre os requisitos necessários para ilustração, de modo que, o custo do equipamento sem o computador é bastante reduzido, sendo possível ser utilizado apenas com o SAT-FINDER através do indicador analógico faz-se a leitura do sinal...” (KLEY, 2004, p. 23)

O custo é um fator que deve ser levado em consideração e considerado fundamental para a decisão da realização, planejamento e desenvolvimento das atividades pedagógicas, pois custos elevados podem inviabilizar ou comprometer o andamento do projeto.

Uma construção que utiliza um modelo simplificado e interessante para ser desenvolvido e aplicado para fins educativos é o radiotelescópio que detecta hidrogênio de emissão na linha 21. Este modelo analisa a propriedades de nebulosas de poeira, de gás e do meio interestelar. Esse projeto foi desenvolvido pelo Departamento de Física da Universidade Wabash localizado na cidade de Crawfordsvile nos Estados Unidos.

Em tempos onde as práticas educacionais estão voltadas para temas do dia a dia, usar uma base de estação radioastronômica na escola favorece no processo educacional uma aprendizagem embasada em temas reais. Segundo Vesselina Kalinova, o radiotelescópio SRT (*small radio telescope*) é adequado para formação de estudantes e jovens pesquisadores em noções básicas de observações rádio astronômica e para aplicação como recurso pedagógico no ensino de Física, tais como, tópicos de Física moderna, ondulatória e eletromagnetismo.

5.4. PRÁTICAS DE INVESTIGAÇÃO

O Radiotelescópio Didático é um empreendimento educacional que tem a intensão de fomentar a aprendizagem de Física e de Astronomia voltada à Física do Sol usando estratégias de ensino que insira a experimentação e a investigação científica na escola.

O aparato experimental utiliza materiais de baixo custo, que na versão simplificada usa-se uma antena de recepção de TV de canal fechado, *sat-finder* (localizador de satélite) e receptor, que nesse caso é usado como fonte de alimentação do sat-finder, constituindo assim uma pequena base de observação astronômica que capta ondas de rádio vinda do céu. A radioastronomia amadora para fim educacional já foi tema de pesquisa de TCC de Kley Fernandes (2007) com a construção de um radiotelescópio amador de 12 Ghz com objetivo de usar no ensino de Física.

O princípio procedimental do experimento consiste em apontar a antena do dispositivo Radiotelescópio Didático na direção do Sol para captar as ondas eletromagnéticas emitidas por ele, quando o mesmo se encontra em trânsito em relação à antena, registrando os valores indicados no *Sat-Finder*. Uma alternativa possível e mais completa é o uso de uma interface que conecta o aparato experimental a um computador, e através de um software **radio-skypipe**, disponível no endereço eletrônico <<http://www.radiosky.com>> para download, demonstra-se graficamente o comportamento sistêmico das emissões da radiação do espectro de micro-ondas vindas do Sol devido às explosões solares. Ressalto que não utilizei a interface para esse trabalho, mas há possibilidade concreta de viabilizar o procedimento em 2017.

Os recursos materiais utilizados para construção do Radiotelescópio Didático são de baixo custo, podendo alguns serem arrematados até mesmo em sucatas. Em caso de serem adquiridos em estabelecimentos comerciais, o custo será entre R\$ 100,00 e R\$ 200,00. Seguem os componentes ou elementos básicos necessários para execução do projeto:

1. Antena para TV (canal fechado):

A antena da Figura 12 capta o sinal de onda eletromagnético do espectro de rádio micro-ondas proveniente do Sol refletindo para o LNB (*low-noise block*).

Figura 12 - Antena parabólica para TV.



Fonte: Próprio Autor.

2. Conversor de baixo ruído.

O LNB, também conhecido por conversor de baixo ruído na Figura 13 recebe a onda eletromagnética da antena, reduz sua frequência para uso do *sat-finder* (localizador de satélite)

convertendo os sinais recebidos em sinal elétrico.

Figura 13 - LNB (low-noise block converter).



Fonte: Próprio Autor.

3. Localizador de satélite.

O *sat-finder* (buscador de satélite) também chamado de localizador de satélite, identificado na Figura 14 é um dispositivo utilizado para a localização do Sol e exibe o status (intensidade) do sinal na unidade de dBu (decibel – Tensão).

Figura 14 - *Sat-Finder* (localizador ou buscador de satélite).



Fonte: Próprio Autor.

4. Cabo coaxial e conectores.

Na Figura 15, o cabo coaxial é utilizado para transmitir o sinal elétrico convertido pelo LNB para o *Sat-finder* e também o sinal elétrico de alimentação *sat-finder* vindo do receptor ou fonte de tensão. Os conectores fazem a conexão elétrica.

Figura 15 - Cabo coaxial e conectores tipo F.



Fonte: Próprio Autor.

5. Fonte de alimentação.

A fonte de energia elétrica do *sat-finder* é o próprio receptor como apresentado na Figura 16. Podemos usar outra de fonte de tensão com saída 9V DC.²⁰

Figura 16 – Receptor.

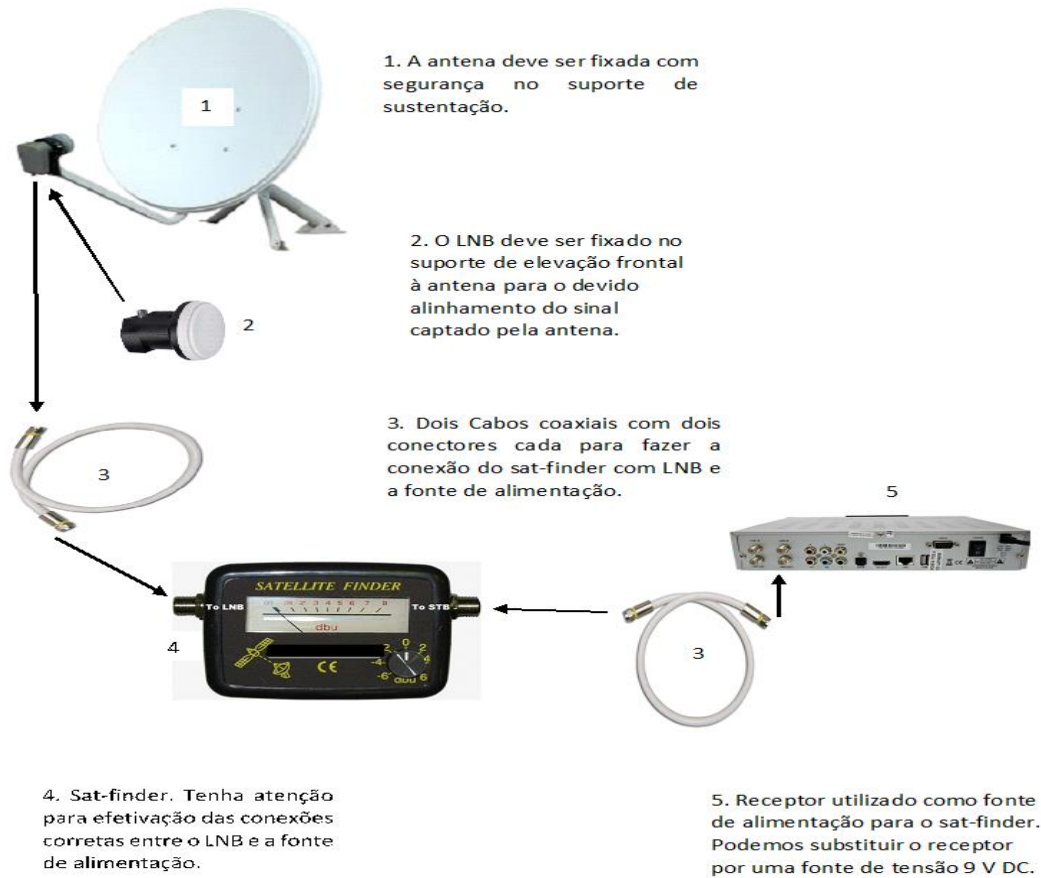


Fonte: Próprio Autor.

Para realização das observações e registros da radiação de comprimento de onda de rádio (micro-ondas) proveniente do Sol é necessário seguir alguns passos procedimentais de montagem com um esquema de ligação e operação. Essa sequência está apresentada na Figura 17 e é importante segui-la para garantir o bom funcionamento do experimento.

²⁰ Observação: Para apoiar a antena deve ser construído ou adaptado um suporte de apoio, o qual é imprescindível para sua sustentação. O suporte de apoio deve manter fixa a antena para evitar movimentos indesejáveis durante a operação provocados principalmente pelo vento.

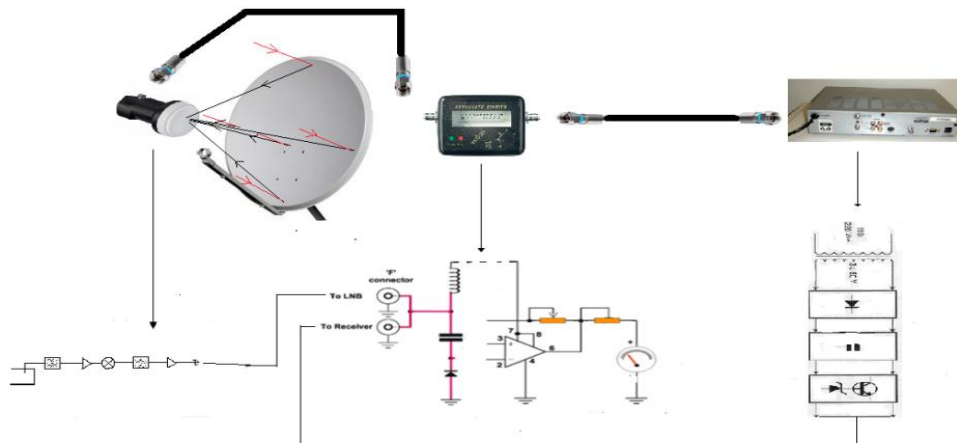
Figura 17 - Esquema de ligação



Fonte: Próprio Autor

Outro esquema de ligação está ilustrado na Figura 18. Nessa figura será mostrada a sequência de conexões do dispositivo.

Figura 18 - Esquema eletrônico do Radiotelescópio Didático



Fonte: Próprio Autor

A Figura 18 é ilustrativa e complementar, ou seja, o desconhecimento sobre eletrônica não influencia e nem interfere na utilidade do experimento.

Era previsto contemplar um grupo de estudantes interessados em participarem da investigação, porém com a pretensão de contemplar maior número de estudantes na atividade e de utilizar a investigação astronômica como estratégia de ensino de Física, o planejamento sofreu modificações para ser desenvolvido em uma turma com estudantes do 2º ano do Ensino Médio do turno matutino do Colégio Estadual Landolfo Alves.

A sequência didática das aulas de Física na turma escolhida para realização do processo investigativo teve como base o programa adotado pela escola, que por vezes durante o transcurso de investigação não se adequava às necessidades do seu desenvolvimento, sendo crucial, quando necessário, buscar outras demandas do conhecimento físico que não estavam inseridos nos conteúdos pré-estabelecidos para o contexto. Nessa perspectiva, os métodos aplicados na educação investigativa com o Radiotelescópio Didático foram estruturados para que os estudantes fossem desafiados a trabalhar a oralidade, a desenvolver autonomia e empreender o espírito de pesquisador.

A primeira intervenção pré-investigativa foi a aplicação do questionário relativo aos conhecimentos prévios dos estudantes sobre os temas propostos envolvidos na investigação, questionamentos os quais foram amplamente discutidos logo após sua aplicação em sala de forma não elucidativas, porém com o objetivo de provocar o debate.

Durante todo percurso foram exibidos trechos do vídeo documentário *O Sol* (Discovery Channel) com o objetivo de fortalecer os conhecimentos teóricos envolvidos. A primeira exibição do vídeo referiu-se a estrutura do Sol, nessa etapa, assim como todas as demais em que envolvia apresentação do vídeo os alunos eram incentivados a participarem, nesse caso particular, elaborando hipóteses em função da problematização lançada sobre as possíveis causas das radiações (ondas eletromagnéticas e das explosões solares) emitidas pelo Sol.

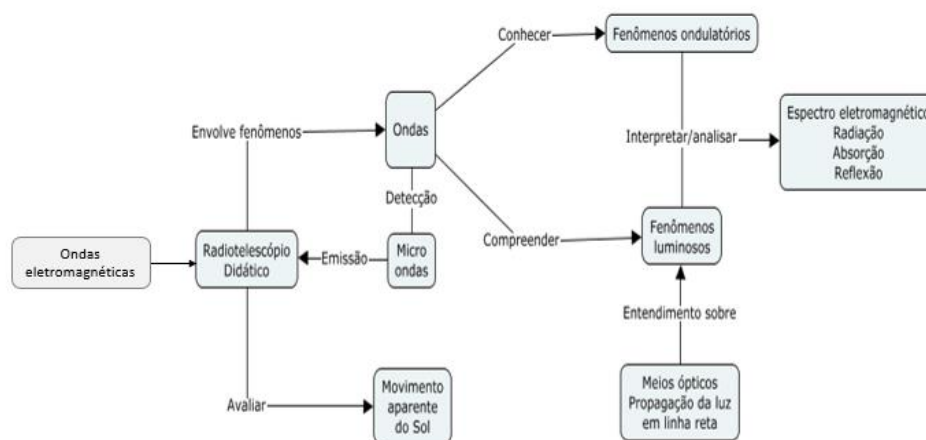
Nos primeiros contatos com o Radiotelescópio Didático, os estudantes receberam orientações do seu uso, compreendendo a montagem do dispositivo, a calibração do sistema (*sat-finder*) e manipulação do equipamento. Em seguida, viabilizaram-se as intervenções dos estudantes para que os mesmos comesçassem a agir diretamente no processo, pois sistematicamente, em dias e horários aleatórios acompanhavam o transito do Sol pela antena do Radiotelescópio. Concomitante a todo processo, temas relevantes eram discutidos após o movimento de pesquisa dos próprios estudantes ou por serem e fazerem parte dos conteúdos do eixo temático abordados em sala de aula.

Nesse contexto, uma das situações que surgiu e suscitou discussões refere-se à influência dos fenômenos atmosféricos no processo de obtenção de dados coletados pelo equipamento. As nuvens, por ser um meio não opaco para ondas eletromagnéticas de comprimento de onda de micro-ondas, não interferiam sendo captadas pela antena do Radiotelescópio Didático. Em conformidade a essa constatação, um questionamento elaborado por um estudante durante a ocorrência desse fato: “*Por que as nuvens não bloqueiam a chegada de sinal na antena do radiotelescópio?*”. Perguntas como essa geravam reformulações de hipóteses dos estudantes e aprofundamento dos princípios físicos relativos aos fenômenos associados à atividade solar e fenômenos ondulatórios.

Outro fator importante no processo de construção do conhecimento e desenvolvimento das investigações foi o acompanhamento pela internet (quando possível, pois a escola apresentava uma rede de acesso à internet ineficiente) das previsões e as observações online do Satélite SOHO (*Solar and Heliospheric Observatory*), administrado pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) através da página *www.apollo11.com* (anexo).

Paralelas às investigações corriam as intervenções didáticas que relacionavam os conceitos físicos elencados de acordo com os currículos pré-estabelecidos pela Secretaria de Educação do Estado da Bahia (SEC-Ba) e adotado pela escola. Na Figura 19, o mapa conceitual apresenta temas e conteúdos abordados e correlatados ao processo de transversalidade no decorrer da investigação com o Radiotelescópio Didático entre a Física e Astronomia.

Figura 19 - Mapa conceitual para estudo dos conceitos físicos envolvidos no experimento Radiotelescópio Didático



Fonte: Próprio Autor

O mapa conceitual na Figura 19 apresenta os conteúdos de Física trabalhados durante o processo de investigação com o Radiotelescópio Didático. Destaca-se no mapa conceitual a predominância de conteúdos relacionados a Ondas, ou seja, fenômenos ondulatórios da reflexão, da absorção e da propagação, assim como as caracterizações das radiações eletromagnéticas e de princípios da propagação da luz. Houve também a necessidade de abordar noções de mecânica celeste, sobretudo em relação ao movimento aparente do Sol, pois seu trânsito no céu em frente à antena do Radiotelescópio Didático era condicional para detecção da onda.

Na figura 20 são exibidas algumas imagens das atividades observacionais com o radiotelescópio didático.

Figura 20 - Imagens dos estudantes usando o Radiotelescópio Didático.



Fonte: Próprio Autor.

As imagens da Figura 20 foram registradas em quatro ambientes distintos da escola usados para realizar as observações. Essa característica nos permitiu diversificar os horários de observação devido ao movimento aparente do Sol.

5.5. PROJETO RADIOTELESCÓPIO: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

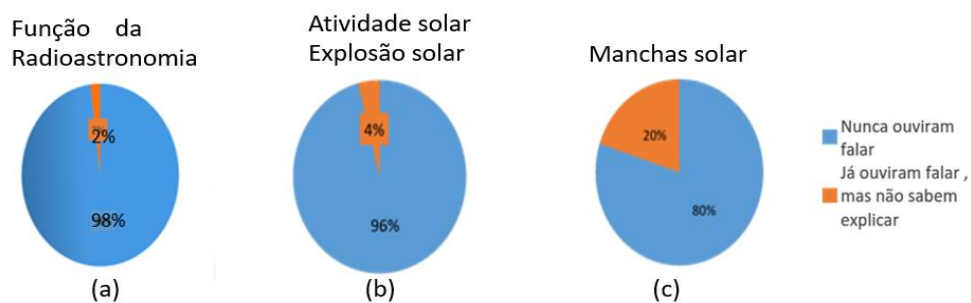
A proposta dessa atividade de investigação vai além de proporcionar aos estudantes a compreensão dos fenômenos da Astronomia relativos à atividade solar, é sobretudo relacionar esses conhecimentos aos conceitos e princípios físicos envolvidos no fenômeno. Com base nesses argumentos, conhecer que os estudantes pensam e sabem sobre temas associados ao objeto de pesquisa, constituiu o marco inicial dos trabalhos através da elaboração e aplicação do Questionário II-A (Anexo). A Tabela 5, em números absolutos, e os Gráficos 5(a), 5(b) e 5(c) em percentuais, foram construídos a partir das análises das respostas coletadas no Questionário II-A.

Tabela 5 - Compreensão dos estudantes em números absolutos acerca da função da radioastronomia, impressões preliminares dos estudantes sobre atividade solar e explosão solar e conhecimento dos estudantes sobre manchas solar

<i>Questionamentos</i>	<i>Nunca ouviram falar</i>	<i>Ouviram falar mais não sabem explicar</i>
Função da radioastronomia	44	1
Atividade solar/ Explosão solar	43	2
Manchas solar	36	9

Fonte: Próprio Autor

Gráfico 5 - (a) Compreensão dos estudantes acerca da função da radioastronomia; (b) impressões preliminares dos estudantes sobre atividade solar e explosão solar; (c) conhecimento dos estudantes sobre manchas solares.



Fonte: Próprio Autor.

Considerando-se as respostas apresentadas pelos alunos no Questionário II-A, concluiu-se que embora todos tenham conhecimento do termo radioastronomia, apenas 2% souberam explicar satisfatoriamente qual o seu significado ou explicar superficialmente sua função, ou seja, ignoram esse termo na sua essência e simplesmente declararam em suas falas que “já ouviram falar”. Em relação ao fenômeno atividade solar, explosão solar ou emissão de massa coronal, 96% desconhecem sobre o fenômeno e os 4% restante já ouviram ou leram algo sobre, mas não souberam explicar. No que corresponde as manchas solares, 20% afirmaram ter conhecimento de sua existência, mas não sabem explicar qual a sua origem.

Durante meses de observações a radiação detectada pelo equipamento apresentou um padrão linear de comportamento, apontando um perfil gráfico que não se modificou no decorrer da investigação. O formulário em destaque na Figura 21 representa um dos registros obtidos por um grupo de estudantes de uma observação ocorrida no dia 28/08/2015.

Figura 21 - Formulário de acompanhamento de observação do trânsito do Sol do dia 28/08/2015.

COLÉGIO ESTADUAL LANDULFO ALVES – ENSINO MÉDIO/2015

ESTUDANTES (2BM): *Joaquim, Mila, Ailton*

PROFESSOR: EDERSON FERREIRA

FORMULÁRIO DE OBSERVAÇÃO DATA: *28/08/15*

REGISTRO DO NÍVEL DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA DE MICRO-ONDAS DE ORIGEM SOLAR.

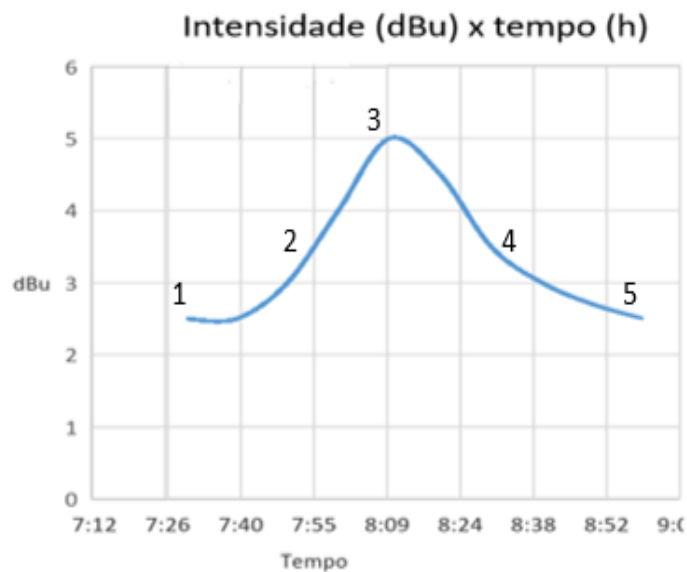
[Handwritten signature]

Horário	Dbu
7:30	<i>2,5</i>
7:40	<i>2,5</i>
7:50	<i>3,0</i>
8:00	<i>4,0</i>
8:10	<i>5,0</i>
8:20	<i>4,5</i>
8:30	<i>3,5</i>
8:40	<i>3,0</i>
<i>8:50</i>	<i>2,7</i>
<i>9:00</i>	<i>2,5</i>

Fonte: Próprio autor.

O formulário de acompanhamento de investigação apresentado na Figura 21 relaciona o horário de observação com a intensidade do sinal em decibel-tensão apontado no *sat-finder*. O decibel (dB) é uma grandeza que mede a razão entre uma intensidade de energia e a medida de sua referência. Os valores em dBu apresentados são convertidos em Volt ($V = 0,775 \times 10^{(L/20)}$), ou seja, o *Sat-Finder* indica um valor em decibel que fora processado pelo LNB. A vantagem do decibel é que por ser uma escala logarítmica, permite ajustar sinais que estão muito perto para serem amplificados e sinais que estão muito longe serem menos amplificados. Para melhor interpretação dos resultados os registros foram plotados graficamente. O Gráfico 6 mostra o padrão observado pelo Radiotelescópio Didático da radiação registrado no dia 28/08/2015.

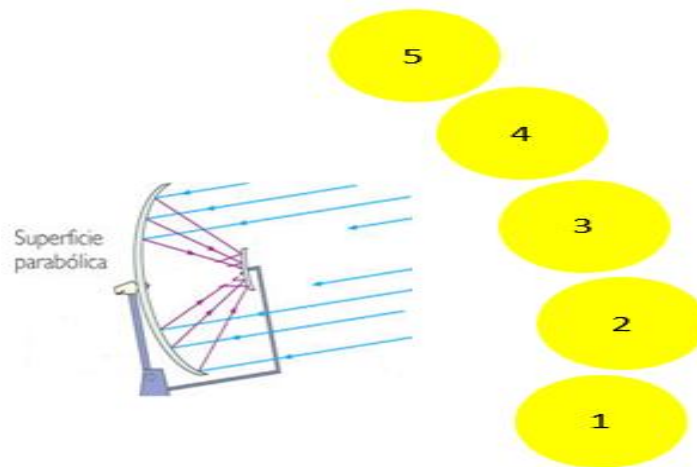
Gráfico 6 - Gráfico da intensidade (dBu) x tempo do trânsito do Sol pelo radiotelescópio. Registros obtidos em 28/08/2015.



Fonte: Estudantes.

A curva apresentada no Gráfico 6 mostra indicações 1, 2, 3, 4 e 5 que representam os níveis de radiação micro-ondas captadas pelo dispositivo quando o Sol transita pelo feixe parabólico da antena. Essas indicações também presentes na Figura 22 simbolizam as posições relativas do Sol durante seu trânsito no céu ao passar no campo de detecção da radiação da antena do dispositivo.

Figura 22 – Representação do trânsito do Sol pela frente da antena do Radiotelescópio Didático.



Fonte: Próprio autor.

Para as posições relativas do Sol, 1 e 5 na Figura 22, constatou-se a presença de uma radiação fora do feixe parabólico da antena, indicando no *sat-finder* valor mínimo de 2,5 dBu demonstrado no Gráfico 6 (dBu representa uma medida de relação (ganho) de tensão de entrada e de saída de intensidade), o que pôde ser associado, por exemplo, a presença de radiação cósmica de fundo. Quando o Sol atravessou o feixe parabólico da antena do Radiotelescópio Didático ocupando as posições 2, 3 e 4 da Figura 22, iniciou-se o deslocamento do ponteiro do galvanômetro do *Sat-finder*, indicando a emissão de ondas de rádio vinda do Sol e captadas pela antena, onde a posição 3 foi a intensidade em que se captou maior nível de radiação nesse dia referido.

Decorridos meses de trabalho investigativo e em busca de resultados mais representativos no que tange à captação das ondas na faixa de micro-ondas provenientes do Sol, chegou-se à conclusão que o dispositivo instalado detectou radiações de micro-ondas de baixa intensidade, pois eventos de maiores magnitudes provenientes das grandes explosões solares não foram detectados, visto que o Sol durante o período de observação não esteve no estágio de intensa atividade solar ou se encontrava nos períodos em que não ocorreram explosões dessa ordem.

Para certificar esse cenário, a Tabela 6 expõe os valores de pico de intensidade coletados durante o ciclo de observação das ondas de rádio (micro-ondas) emitidas pelo Sol durante o ano de 2015.

Tabela 6 - Intensidades máximas e médias da emissão de radiação de rádio de micro-ondas do Sol durante o ano de 2015

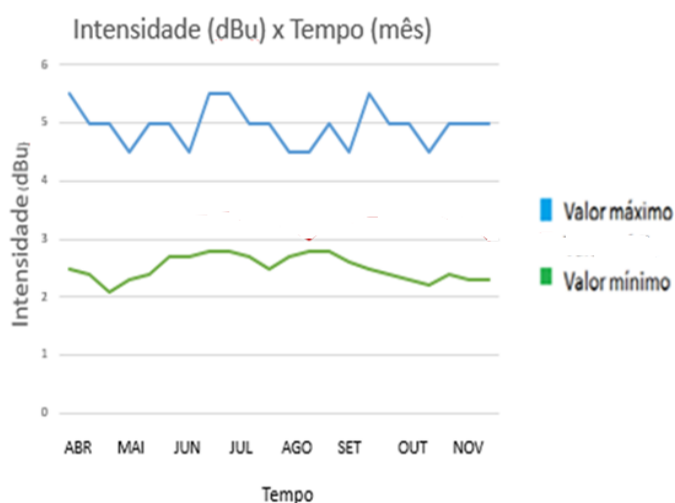
<i>Mês</i>	<i>Data</i>	<i>Valor de Pico (dBu)</i>
Abril	10	5,5
	17	5,0
Maio	29	5,0
Junho	03	4,5
	05	5,0
	12	5,0
Julho	17	4,5
	24	5,5
	29	5,5
Agosto	07	5,0
	28	5,0
Setembro	02	4,5
	04	4,5
	09	5,0
	18	4,5
	25	5,5
Outubro	02	5,0
	09	5,0
	16	4,5
	30	5,0
Novembro	06	5,0
	13	5,0

Fonte: Próprio Autor

Na Tabela 6 constata-se uma padronização dos valores máximos da intensidade em dBu, ou seja, os registros da intensidade de radiação emitida pelo Sol não sofreram variações

acentuadas durante o período observado de 2015, o que pode evidenciar ausência de eventos significativos em termos de emissão de ondas de rádio provenientes do Sol na direção em que a antena do radiotelescópio apontava. No Gráfico 7 temos as variações dos valores máximos obtidos a partir da Tabela 6 e mínimos de intensidade de radiação em dBu durante o ano de 2015.

Gráfico 7 - Representa a variação de intensidades máximas e mínimas da emissão de radiação de rádio de micro-ondas do Sol durante o ano de 2015.



Fonte: Próprio Autor.

As informações extraídas do Gráfico 7 ratificam a interpretação conferida na Tabela 6, no que tange aos valores máximos, ou seja, o aparato experimental Radiotelescópio Didático durante o ano não detectou grandes alterações nas intensidades de radiação de rádio provenientes das explosões solares. Então conclui-se que o Sol mesmo em atividade constante, passa por um período em que as explosões são de menores intensidades e incidência, sendo assim, as emissões de radiação de ondas de rádio possuem menores amplitudes.

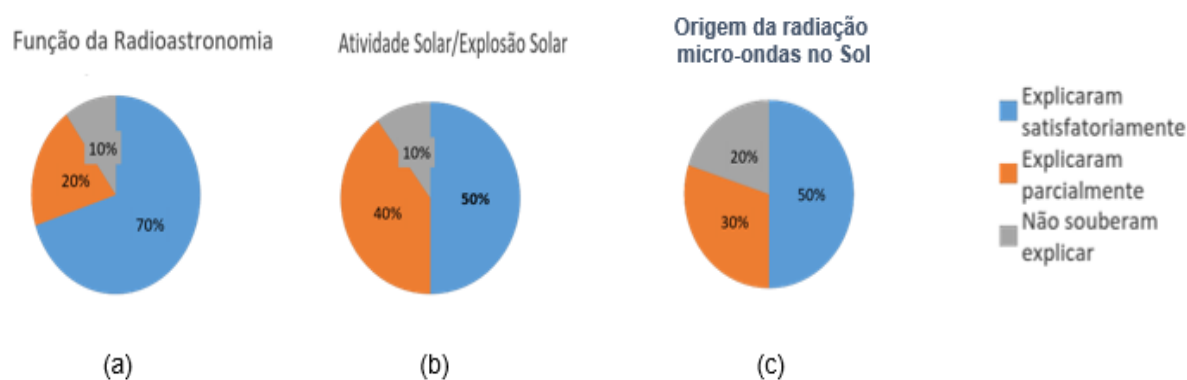
Ao final do processo de investigação foi aplicado o Questionário II-B (Anexo), elaborado com base nos questionamentos do questionário anterior e das dúvidas mais frequentes sobre o tema com o objetivo de avaliar o progresso cognitivo dos alunos sobre a Astronomia após a atividade investigativa ser concluída. Na Tabela 7 e nos Gráficos 8(a), 8(b) e 8(c) estão indicados esses resultados.

Tabela 7 - Verificação de aprendizagem sobre a função da radioastronomia, a atividade solar e a origem da radiação micro-ondas do Sol em números absolutos de alunos.

<i>Questionamentos</i>	<i>Explicam satisfatoriamente</i>	<i>Explicam parcialmente</i>	<i>Não souberam explicar</i>
Função da radioastronomia	32	9	4
Atividade solar/Explosão solar	23	17	5
Origem da radiação micro-ondas	22	14	9

Fonte: Próprio Autor.

Gráfico 8 - Verificação de aprendizagem sobre a função da radioastronomia, a atividade solar e a origem da radiação micro-ondas do Sol.



Fonte: Próprio Autor.

O Gráfico 8(a) nos mostra que os estudantes ao final dos trabalhos investigativos conseguem explicar a funcionalidade e explicitar o objetivo da Radioastronomia, pois 70% deles explicaram satisfatoriamente, 20% souberam explicar superficialmente e 10% não souberam explicar. Analisando as respostas sobre atividade solar e mancha solar no Gráfico 8(b), temos que aproximadamente 50% dos estudantes fizeram uma correlação satisfatória, 40% dos estudantes estabeleceram uma correlação parcial e 10% não atingiram um nível mínimo de entendimento sobre o tema. Por fim, sobre a emissão de radiações eletromagnéticas de rádio provenientes das explosões solares, o gráfico revela que 50% dos alunos explicaram satisfatoriamente.

Aspectos interessantes relacionados à transversalidade com a Física merecem ser analisados por uma perspectiva mais qualitativa. O objetivo dessa prática investigativa foi extrair da Física uma aplicabilidade mais próxima possível do mundo concreto e menos

abstrato. Como resultado, os estudantes envolvidos nas atividades de investigações vivenciaram a ciência real e viva, tratando de dados reais, a partir de fenômenos reais, correlacionando as Leis e termos da Física e da Matemática que faziam sentido e forneciam maior significado prático ao que estava sendo pesquisado e estudado, reconhecendo na Física sua importância para a evolução tecnológica, para desenvolvimento social, sua relevância interativa com as diversas áreas do conhecimento e influência no contexto da história da humanidade.

6. OBSERVAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO SOBRE AS FASES DA LUA

Neste capítulo serão apresentadas as etapas de execução do experimento, os princípios físicos e os resultados das atividades experimentais decorrentes da construção dos *kits* didáticos produzidos pelos estudantes e do procedimento de observação envolvendo a temática sobre as fases da Lua.

As fases da Lua serviram de inspiração para melhor compreender algumas Leis da Física, e seus princípios, tendo como motivação a construção coletiva pelos estudantes do turno noturno da modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) de *kits* experimentais que simulassem as suas fases. Toda sequência foi desenvolvida para que os estudantes atingissem a aprendizagem de forma progressiva e autônoma. Durante o processo, as ações para a promoção da aprendizagem sobre fenômeno das fases da Lua e da Física tiveram como premissa a livre expressão de pensamento dos estudantes.

6.1. O NOSSO SATÉLITE NATURAL: A LUA

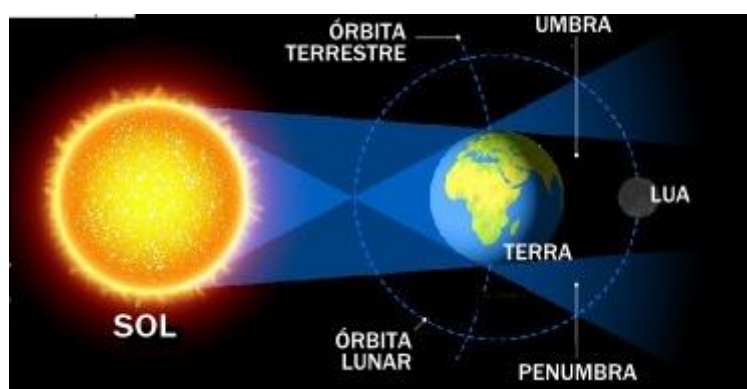
A Lua é o satélite natural da Terra, distante em média 384 mil quilômetros e orbita a Terra desde tempos mais remotos do início da formação da Terra, possui uma inclinação de $5,1454^\circ$, diâmetro equatorial de 3.474,8 km, área da superfície de $3,793 \times 10^7 \text{ km}^2$, massa de $7,349 \times 10^{22} \text{ kg}$ e atmosfera composta por: Hélio (25%), Neônio (25%), Hidrogênio (23%), Argônio (20%), traços de dióxido de carbono, metano e amoníaco.

A Lua sempre exerceu influências sobre a humanidade do ponto de vista não científico e de caráter místico que perdura até os tempos mais modernos, notadamente sobre as suas fases. Todavia, à luz da ciência, as explicações a respeito das fases da Lua vão além dos princípios físicos da mecânica celeste e da gravitação, abrangem também princípios da Física Óptica, que ajudam a elucidar porque a Lua apresenta-se iluminada de diversas formas, vista da terra em períodos regulares.

O homem desde a Antiguidade utiliza princípios da reflexão da luz (Euclides) e da refração da luz (Ptolomeu) para explicar fenômenos ópticos. Na Idade Média, por exemplo, os avanços científicos nos propiciaram desenvolvimento de equipamentos ópticos como a invenção do telescópio (Lippershey), invenção do microscópio, aprimoramento das leis da refração (Snell) e estimativa da velocidade da luz.

A partir do século XVIII até meados do século XIX uma nova abordagem revolucionária do entendimento sobre a natureza da luz, que passa a ter um caráter ondulatório ou corpuscular, o qual será importante para melhor compreender fenômenos que se manifestam no cotidiano e que podem contribuir para compreensão dos Princípios e Leis da Óptica, princípios que justificam, explicam e descrevem as diferentes aparências da Lua do ponto de vista observado da Terra quando iluminada pelo Sol, pois a luz que chega aos nossos olhos é produzida indiretamente pela Lua através da reflexão da luz do Sol observados da Terra. Portanto o Sol é uma fonte primária por produzir diretamente luz e a Lua considerada uma fonte luminosa secundária por apenas refletir a luz do Sol (nesse caso o Sol é considerado uma fonte de luz extensa, pois suas dimensões não podem ser desprezadas em relação ao fenômeno), como é evidenciado na Figura 23.

Figura 23 - O Sol, fonte extensa, projetando sombra e penumbra (região do espaço que recebe apenas parte da luz direta da fonte, sendo encontrada apenas quando o corpo opaco (Terra) é posto sob influência de uma fonte extensa).



Fonte: Mundo educação²¹

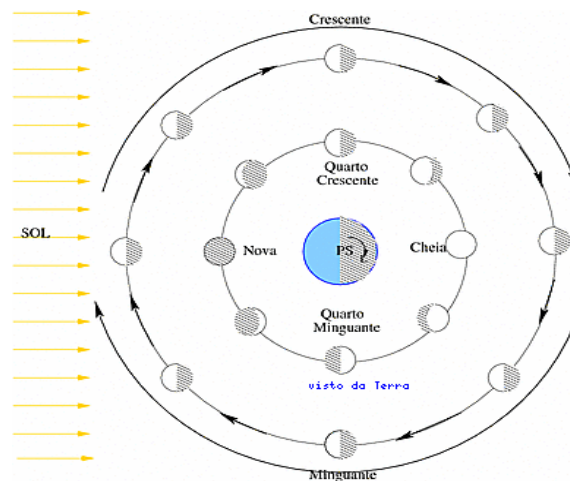
Na Figura 23 percebe-se a projeção de sombra da Terra na Lua como consequência do Princípio da propagação retilínea da luz e pelo fato do Sol ser uma fonte de luz extensa, o que proporciona a ocultação da luz do Sol para a Lua, constituindo assim, o eclipse lunar.

Ainda consequência dos Princípios da Óptica geométrica, a Lua nos apresenta percepções visuais diferentes a cada dia quando visualizada da Terra, a qual chamamos de fases da Lua. A Figura 24 é uma ilustração do sistema Sol-Terra-Lua vista por um observador externo olhando para o polo sul da Terra. O círculo externo mostra as diferentes posições da Lua em

²² Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/eclipse.htm>

relação ao Sol e a Terra, considerando a órbita da Lua relativa a Terra no sentido do Oeste para leste. O círculo interno mostra para um observador no hemisfério Sul da Terra, as formas visualizadas da Lua.

Figura 24 - Representação das Fases da Lua.



Fonte: UFRGS²²

Para o público em geral a explicação sobre as fases da Lua denota um conhecimento que evidencia conceber quatro fases lunares em que cada fase apresenta um período médio de 7,3 dias identificadas da seguinte forma:

1. Lua nova: A Figura 25 mostra que a porção iluminada pelo Sol não é vista pelos observadores localizados na Terra, pois essa porção não está voltada para a Terra.

Figura 25 - Representação da Lua nova.



Fonte: Nasa²³

²² Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/lua/lua.htm>

²³ Disponível em: <http://svs.gsfc.nasa.gov/vis/>

2. Lua crescente ou quarto crescente: representa a fase intermediária entre a Lua Nova e cheia, em que uma parte da porção da Lua iluminada pelo Sol representada na Figura 26 está voltada para Terra. Nesse caso, a Lua está a leste do Sol e, portanto, sua parte iluminada tem a convexidade para o oeste.

Figura 26 - Representação da Lua crescente.



Fonte: Nasa²⁴.

3. Lua cheia: toda porção iluminada da Lua pelo Sol está completamente voltada para a Terra conforme a Figura 27. Nesse caso, a Lua e o Sol, vistos da Terra, estão em direções opostas, separados de 180°.

Figura 27 - Representação da Lua cheia.



Fonte: Nasa.²⁵

4. Lua minguante ou quarto minguante: representa a fase intermediária entre a fase cheia e a fase nova em que uma parte da porção iluminada pelo Sol está voltada para a Terra conforme mostra a Figura 28. Nesse caso, a Lua está a oeste do Sol, que ilumina seu lado voltado para o leste.

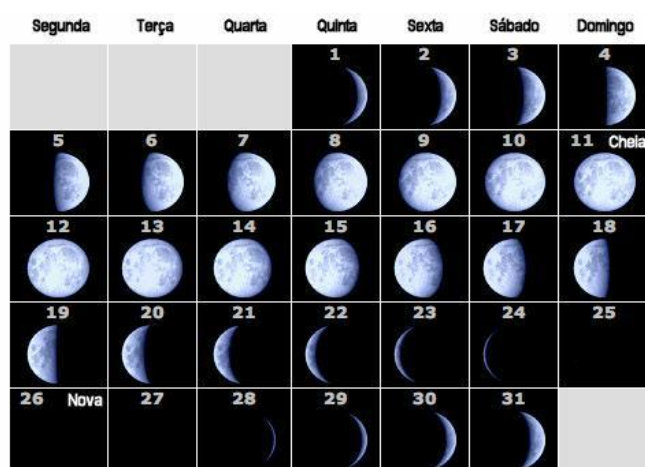
²⁴ Disponível: <http://svs.gsfc.nasa.gov/vis/>

²⁵ Disponível: <http://svs.gsfc.nasa.gov/vis/>

Figura 28 - Representação da Lua minguante.

Fonte: Nasa.²⁶

Todavia, é importante acentuar que a aparência lunar muda dia após dia durante fases quando visualizada no céu, ou seja, existem aproximadamente 19 visualizações diferentes da Lua no período do mês lunar conforme é ilustrado na Figura 29. Essas distintas aparências correspondem a Lua na fase minguante, a Lua na fase crescente e todo período da Lua que se apresenta sempre com a mesma aparência visual na fase cheia. Nos demais dias, a Lua não é visualizada no céu, pois se encontra na fase nova.

Figura 29 - Período de luação (a lua muda de forma e de intensidade de luz).

Fonte: USP.²⁷

Na Figura 29, nota-se a existência de um ciclo que acontece sempre entre duas fases iguais (duas luas novas, por exemplo). Esse ciclo é de aproximadamente 29 dias 12h 44min 2.9s (29,5 dias) e corresponde ao período denominado mês sinódico, ou luação, ou período

²⁶ Disponível: <http://svs.gsfc.nasa.gov/vis>

²⁷ Disponível em

http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=aas_antigo&cod=_observacaodasfasesdalua

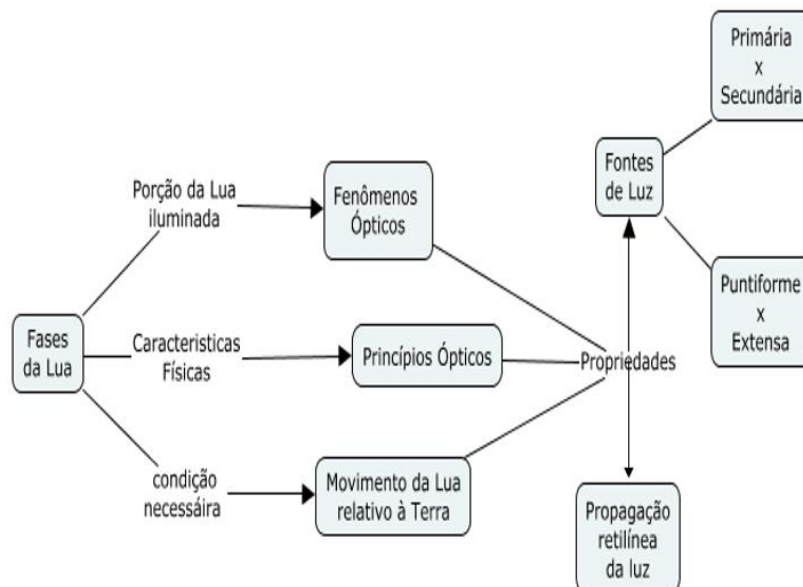
sinódico da Lua, portanto, em um ano temos 12,4 ciclos lunares completos. Isto significa que uma mesma fase pode acontecer no mínimo 12 e no máximo 13 vezes num único ano.

6.2. APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES OBSERVACIONAL E EXPERIMENTAL DAS FASES DA LUA

As atividades foram realizadas com estudantes da modalidade Educação de Jovens e Adultos da categoria Tempo Formativo do turno noturno durante o período de 11 de maio de 2015 a 18 de junho de 2015. O objetivo da atividade é utilizar o experimento simulador das fases da Lua como ferramenta pedagógica para o ensino de Física e qualificar a compreensão dos estudantes em relação ao fenômeno.

Os princípios e leis da Física abordados no fenômeno das fases da Lua estão expostos no mapa conceitual na Figura 30. Foram explorados conceitos da óptica geométrica e seus princípios, modelos planetários e mecânica celeste, demonstrando a relação de transversalidade existente entre as inter-áreas (Física e Astronomia).

Figura 30 - Mapa conceitual para estudo dos conceitos físicos envolvidos nas atividades sobre as fases da Lua.



Fonte: Próprio Autor

Em uma análise mais apurada do mapa conceitual apresentado na Figura 30, nota-se a predominância da Física Óptica, princípios indispensáveis para compreensão do fenômeno das fases da Lua.

A primeira tarefa consistiu em observar e acompanhar aspectos visuais de mudança diária da Lua, ação que serviu de estímulo para os estudantes observarem a estrutura do céu, identificar constelações e planetas, sem perder de foco o objetivo central da tarefa que era observar as fases da Lua. A tarefa é embasada em observar diariamente todas as noites para a Lua e registrar pintando de preto na folha utilizada como gabarito a porção da Lua não iluminada pelo Sol.

Essa prática pedagógica embora iniciada antes da construção do simulador da Lua foi classificada como atividade complementar, pois a ideia de sua criação surgiu após planejamento da atividade experimental nomeada de Simulador das Fases da Lua. Na Figura 31, temos o modelo da ficha de observação das fases da Lua distribuídas para os estudantes.


Figura 31 - Modelo de ficha de observação das fases da Lua aplicada para os estudantes.

FICHA DE OBSERVAÇÃO – FASES DA LUA

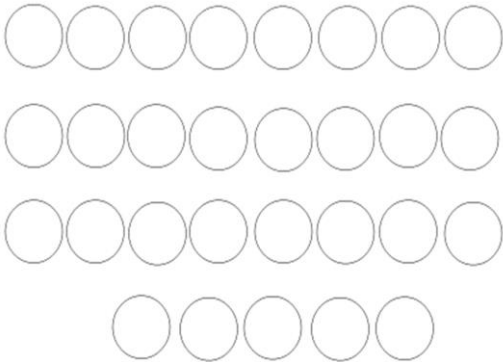
ORIENTAÇÃO: Pintar de preto a porção não iluminada da Lua diariamente.

INÍCIO DA OBSERVAÇÃO: ____/____/____

OBS: Caso você não observe a Lua no céu sinalize com o X. Ex:



FASES DA LUA



Fonte: Próprio autor.

A ficha de observação indicada na Figura 31 propiciou para os estudantes do EJA uma atividade com maior interação com o objeto de estudo, possibilitando contemplação do céu, aguçando curiosidades de alguns estudantes.

Os pressupostos que suscitaram as ações didáticas foram a elaboração e aplicação do Questionário III-A, que objetivava coletar as concepções alternativas ou os saberes prévios dos estudantes a respeito das fases da Lua. As respostas proferidas pelos estudantes foram avaliadas revelando um profundo desconhecimento do fenômeno.

Decorridos os 29 dias de observação da Lua, os estudantes foram agrupados para avaliação das observações realizadas e discussão das imagens geradas a partir das suas ilustrações. No primeiro momento a ação didática se caracterizou por não apresentar respostas aos diversos questionamentos levantados pelos estudantes sobre aspectos fenomenológico, sendo, portanto, um encontro destinado para conferência das ilustrações registradas na ficha de observação, deixando as discussões sobre o contexto relacionados aos fenômenos para o momento de confecção e pós construção do simulador das fases da Lua.

Para realização das próximas etapas foram distribuídos os roteiros para que os alunos providenciassem os materiais necessários para a construção dos simuladores das fases da Lua.

6.3. ROTEIRO DE EXPERIMENTO DO SIMULADOR DAS FASES DA LUA

OBJETIVO: Construir um aparato experimental para simular as fases da Lua.

MATERIAL NECESSÁRIO:

- Uma caixa de papelão de tamanho grande
- Clip ou palito de espeto de churrasco
- Uma bola de isopor
- Uma lanterna de Led
- Tesoura
- Cola
- Folha de papel preto fosco ou tinta preta fosca de secagem rápida.

CONSTRUINDO O SIMULADOR DAS FASES DA LUA

1. Em cada lado da caixa abrir um orifício centralizado de aproximadamente 1 cm de diâmetro.

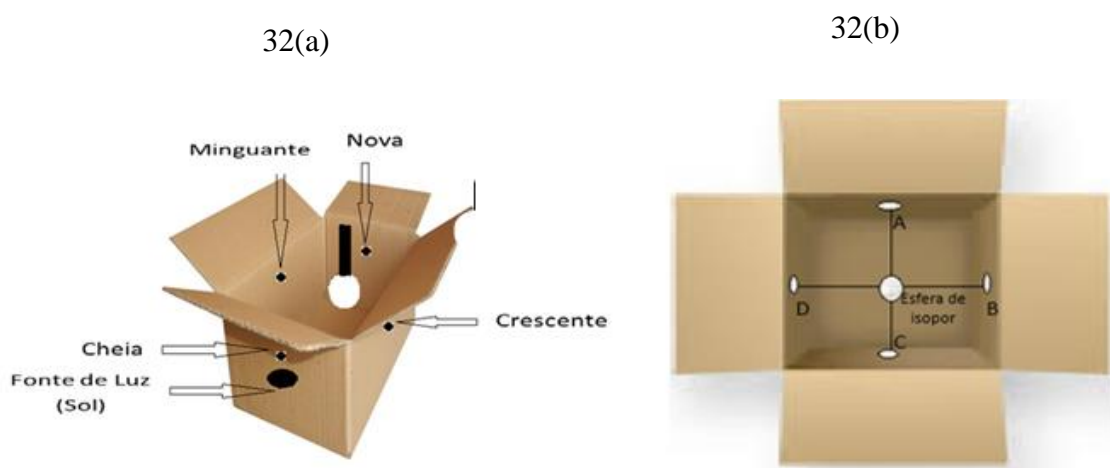
2. Bem próximo a um dos orifícios você deverá abrir um orifício e adaptar uma fonte luminosa (preferencialmente uma lanterna de LED) que representará o SOL.

3. Dentro da caixa, centralizada e na altura dos orifícios coloque a bola de isopor presa na face superior da caixa por um clip ou presa na face interior por um palito de espeto de churrasco. A bola de isopor representará a Lua.

4. A caixa deve ser forrada com papel de cor preto fosco ou pintada com tinta spray preto fosco. Não deve ser utilizado preto com brilho para evitar reflexo dentro da caixa.

Obs: Ao fixar a bola de isopor na parte superior da caixa, o estudante deverá centralizá-lo de forma que ao se observar de um dos orifícios o outro orifício localizado no lado diametralmente oposto não poderá ser visualizado. A Figura 32(a) mostra a visão em perspectiva lateral da caixa e a Figura 32(b) mostra a caixa vista de cima.

Figura 32 - (a) Visão da caixa em perspectiva lateral e (b) Visão da caixa de cima.



Fonte: Próprio autor

PROCEDIMENTO

Direcionar ou apontar a fonte luminosa (lanterna de LED) para o orifício maior e observar nos demais orifícios a porção iluminada da bola de isopor pela lanterna.

QUESTIONÁRIO

1. Descreva e ilustre o que você observa e enxerga nas observações em cada orifício.

2. Existem semelhanças entre as imagens que você enxerga pelo orifício da caixa e que você vê quando observa a Lua? Quais?
3. Identifique a fase em que você observador representando a Terra está entre o Sol e a Lua.
4. Identifique a fase em que a Lua está entre o Sol e a Terra.
5. Sabendo que podem ocorrer eclipses lunares e solares. Explique em que fase elas ocorreram.

6.4. SIMULADOR DE FASES DA LUA - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Durante a confecção do aparato, as intervenções pedagógicas aconteciam de forma a contribuir no aprimoramento da construção do experimento. Os conteúdos explorados em sala durante as aulas de Física, como Modelos do Sistema Solar e Gravitação contribuíram para compreensão da dinâmica orbital da Lua em torno da Terra; as aparências físicas da Lua para os observadores posicionados na Terra foram justificadas pelos Princípios da Propagação Retilínea da Luz, Fenômenos da Reflexão da Luz e análises dos efeitos de Fontes de Luz Pontuais e Extensas. A Figura 33 mostra quatro imagens em momentos de construção do kit experimental simulador das fases da Lua pelos estudantes.

Figura 33 - Imagens dos estudantes construindo o simulador das fases da Lua.



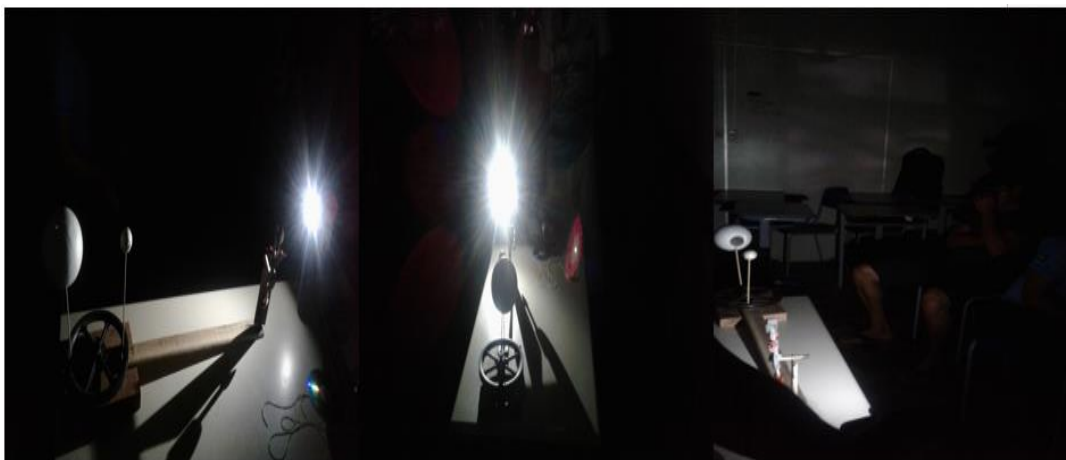
Fonte: Próprio Autor.

Nas imagens das Figuras 33(a) e 33(d) visualiza-se um plástico preto brilhante que foi utilizado indevidamente por um grupo de estudantes por não atenderem às recomendações feitas no roteiro. Observamos que a sua escolha prejudicou sensivelmente o rendimento do experimento, pois a dispersão e a reflexão da luz nas paredes internas prejudicaram a visualização ao observar pelas janelas (orifício) de observação do Simulador das fases da Lua, entretanto a construção equivocada também se constituiu num processo de aprendizado a ser explorado.

Para o desenvolvimento completo da atividade experimental foram necessárias duas semanas (8 aulas). Os estudantes foram divididos em grupos de 3 ou 4 componentes e ao receberem o roteiro para montagem iniciaram os trabalhos utilizando os materiais que lhes foram solicitados previamente. Durante essas duas semanas sob intervenção pedagógica e também considerando as ilustrações resultantes dos 29 dias de observação da Lua com a Ficha de Observação foram discutidos diversos temas e abordagens da Física, principalmente sobre os fenômenos ópticos que justificam as mudanças de fases da Lua.

Em face do que foi exposto, evidencio que os conceitos Físicos discutidos durante e após a construção do experimento não se esgotaram, mantendo-se a estratégia de provocar novos debates, gerar novas hipóteses e estabelecer diferentes pautas acerca de outros fenômenos que envolvem a Lua, como eclipses e sobre o lado oculto da Lua. As imagens a seguir, da Figura 34, ilustram um momento de aprendizagem sobre a “face oculta da Lua” e de um experimento confeccionado por um estudante do 2º ano do Ensino Médio do turno matutino sobre eclipses solar e lunar:

Figura 34 - Prática experimental sobre eclipses (Simulação do eclipse solar e lunar).



Fonte: Próprio Autor.

Fica o registro da criatividade do estudante ao empreender uma ferramenta de utilidade pedagógica utilizando materiais de fácil acesso e baixo custo. As imagens registradas que compõe a Figura 34 foram obtidas durante a noite na aula de Física para alunos do EJA.

Enfim, as atividades pedagógicas experimentais desenvolvidas proporcionaram aos estudantes da modalidade de Educação de Jovens e Adultos participações mais construtivas no que tange ao processo de aprendizagem, pois o maior envolvimento com a prática experimental fomentou no espaço escolar uma atmosfera de maior discussão e debates elucidativos sobre temas e conteúdos estudados.

Em vista dos argumentos apresentados no parágrafo anterior, ao se analisar as respostas conferidas no Questionário III relativos aos conhecimentos prévios e compará-las com as respostas proferidas após término das atividades práticas experimentais, constatou-se relativo progresso considerando a realidade dos estudantes do turno noturno, trabalhadores que dispõem de tempo limitado para se dedicarem aos estudos. Uma análise mais apurada das respostas referente ao Questionário III, antes do desenvolvimento dos experimentos estão apresentadas na Tabela 8 em números absolutos e no Gráfico 9 em percentuais.

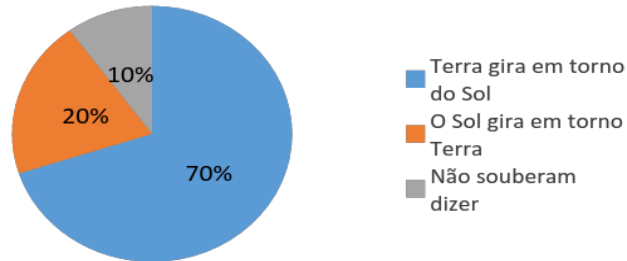
Tabela 8 - Conhecimento prévio dos estudantes sobre os Modelos Planetário, luz emitida pela Lua e Fases da Lua em números absolutos.

<i>Questionamentos</i>	<i>Terra gira em torno do Sol</i>	<i>Sol gira em torno da Terra</i>	<i>Não souberam explicar</i>
Modelo Geocêntrico e Heliocêntricos.	23	7	3
Luz emitida pela Lua	A lua tem luz própria 15	A Lua reflete a luz do Sol 9	Não souberam responder 6
Fases da Lua	Sombra da Terra na Lua 11	Porção iluminada da Lua voltada para Terra 6	Não opinaram / Outras explicações 20

Fonte: Próprio Autor.

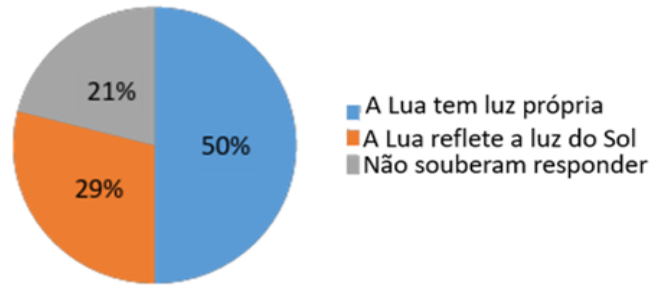
Gráfico 9 - Conhecimento prévio dos estudantes sobre os (a) Modelo Planetário, (b) luz emitida pela Lua e (c) Fases da Lua.

Modelo geocêntrico e heliocêntrico



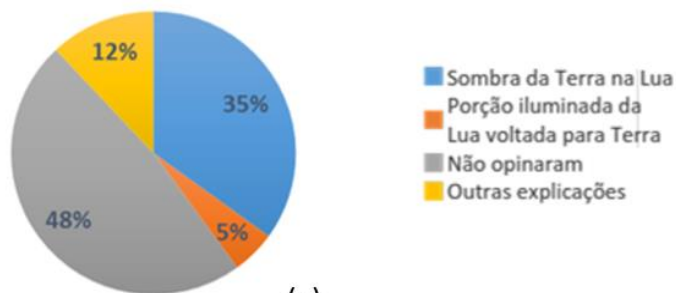
(a)

Luz emitida pela Lua



(b)

Fases da Lua



(c)

Fonte: Próprio Autor

É destacável a permanência no imaginário de uma parcela significativa dos estudantes a crença no modelo Geocêntrico revelado no Gráfico 9(a), pois 20% dos alunos entrevistados creem que o Sol gira em torno da Terra.

No Gráfico 9(b), observa-se que cerca de 50% dos estudantes acreditavam que assim como o Sol, a Lua tem luz própria, aproximadamente 29% dos estudantes afirmaram que a Lua reflete a luz do Sol e em torno de 21% desses alunos não emitiram opiniões. Em discussão em sala, um dos alunos fala: “... eu acho a Lua muito bonita, mas nunca parei pra pensar porque a Lua tem luz e muito menos o que são as fases da Lua ...”.

No Gráfico 9(c), verificou-se que o conhecimento dos estudantes sobre as fases da Lua era inconsistente, pois 35% dos alunos acreditavam que era a sombra da Terra projetada na Lua a responsável pela mudança da aparência da Lua, 48% dos alunos não opinaram, 12% deram outras explicações e 5% responderam que é a porção iluminada da Lua voltada para a Terra.

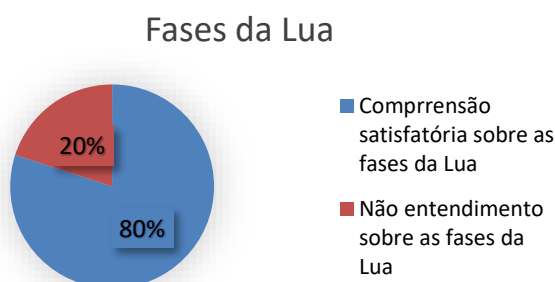
As respostas coletadas do Questionário III após aplicação das atividades observacional e experimental sobre as fases da Lua demonstraram que os estudantes avançaram em termos de conhecimento nos itens referentes aos aspectos discutidos nas práticas de ensino. Essas análises estão demonstradas na Tabela 9 e no Gráfico 10 em números absolutos e percentuais respectivamente.

Tabela 9 - Rendimento de aprendizagem dos estudantes em números absolutos sobre as fases da Lua após aplicação do experimento.

<i>Questionamento</i>	<i>Compreensão satisfatória</i>	<i>Não entendimento</i>
Fases da Lua	24	6

Fonte: Próprio Autor.

Gráfico 10 - Rendimento de aprendizagem dos estudantes sobre as fases da Lua após aplicação do experimento.



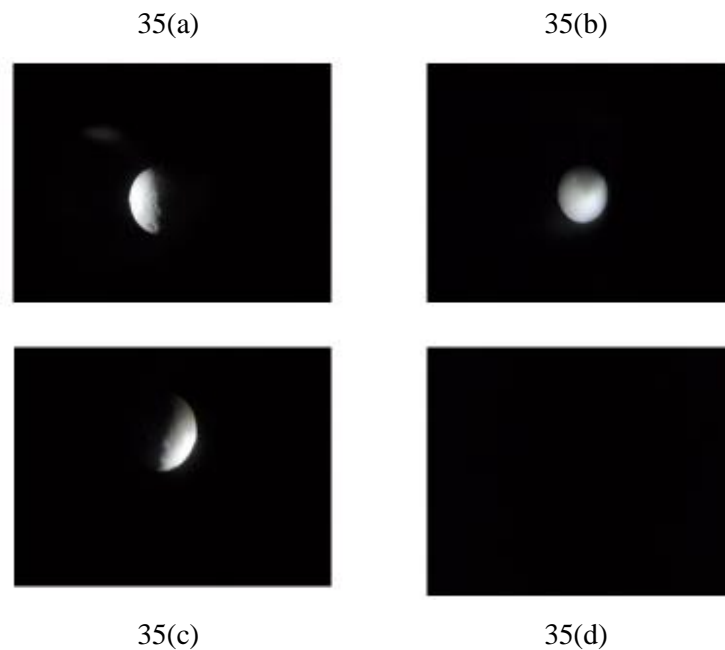
Fonte: Próprio Autor.

As discussões, embates e debates antes e durante as aplicações das atividades observacional e experimental foram as constatações da participação efetivas dos estudantes no processo, mas não constituíram uma garantia na aprendizagem em sua totalidade, pois ainda 20% dos estudantes não demonstraram aprendizagem no que se refere ao entendimento do

fenômeno das fases da Lua, porém 80% dos estudantes, como mostrado no Gráfico 10, conseguiram explicar satisfatoriamente como as fases ocorrem. Tratando-se da luz emitida pela Lua, 100% dos estudantes compreenderam que a luz da Lua é resultado do reflexo da luz do Sol, se estabelecendo o enlace do conhecimento físico com o fenômeno da Astronomia.

A Figura 35(a), 35(b), 35(c) e 35(d) mostra fotografias obtidas a partir de aparelhos de telefonia móvel quando selecionados no modo câmera e direcionado para os orifícios de observação de um dos simuladores das fases da Lua construído por um grupo de estudantes.

Figura 35 - Fotografias digitais das fases da Lua obtidas do interior do simulador.



Fonte: Próprio Autor

As imagens registradas das quatro fases da Lua obtidas a partir do experimento Simulador das Fases da Lua se aproximam da realidade. Para os observadores, quando a esfera de isopor se apresenta parcialmente iluminada nas Figuras 35(a) e 35(c), tem a representação da Lua nas fases crescente e minguante respectivamente, quando o isopor se apresenta com uma das faces totalmente iluminada como na Figura 35(b), tem-se para o observador a representação da Lua cheia e, por fim, na Figura 35(d) a esfera de isopor apresenta-se com a face não iluminada voltada para o observador, representando nessa imagem, a Lua Nova.

No decorrer e final das atividades os estudantes expuseram suas manifestações que reverberaram como declarações avaliativas sobre os processos: “...essas aulas são bem criativas, as aulas ficam bem melhor assim, não dá sono...”. A declaração é pertinente, uma

vez que as estratégias de ensino para estudantes que estudam no turno noturno devem privilegiar maior interatividade e participação, pois contribuirá para tornar todo processo de ensino e aprendizagem mais eficaz.

7. EXPERIMENTO: ESPECTROSCOPIA SOLAR

A partir da produção de kits experimentais confeccionados por estudantes do 2º ano do ensino médio da instituição de ensino Colégio Estadual Landolfo Alves, o experimento proposto buscou apropriar de técnicas de investigações da Ciência Astronômica denominada espectroscopia ou espectrometria, as quais, a partir da observação direta do espectro de luz emitida por objetos observáveis no céu na faixa da radiação do visível, possibilita análises das propriedades físicas e químicas desses objetos.

Sabe-se que quase todo conhecimento adquirido sobre as estrelas e galáxias vem das análises das ondas eletromagnéticas, sendo a radiação luminosa a principal fonte de informação. Essa radiação ao ser captada por um telescópio atinge o CCD (*charge-coupled device*) e atravessa o espectrógrafo (instrumento fabricado para dispersar a luz estelar produzindo um espectro em diversos comprimentos de onda) onde é feita a decodificação da luz da sua análise. Segundo Kepler Filho, “espectroscopia é o estudo da luz através de suas cores componentes, que aparecem quando a luz passa através de um prisma ou de uma rede de difração” (KEPLER FILHO, 2014, p. 211).

Ao olhar para o céu podemos observar que algumas estrelas são azuis, amarelas ou vermelhas e essas cores mostram informações que podem ser mais apuradas quando os instrumentos de observação são associados a outros dispositivos como espectrógrafos, pois, mais informações podem ser extraídas e com melhor eficiência: Composição química da estrela, as propriedades físicas como massa e temperatura, a idade e até ajudar nas possíveis descobertas de planetas que orbitam estrelas centrais de um sistema.

Trabalhar didaticamente no ambiente escolar uma experiência que engloba fenômenos físicos relacionados à Óptica, e, em particular a separação do espectro de luz branca, é favorecer ao público estudantil estudar conteúdos acerca do comportamento ondulatório da luz, da refração, da reflexão, da difração, absorção e emissão de uma forma mais tangível e menos abstrata.

7.1. HISTÓRIA DA ESPECTROSCOPIA

Em 1666, Isaac Newton (1643-1727) introduziu o termo espectro quando mostrou que a luz branca do sol podia ser dividida em uma série contínua de cores. O experimento de

Newton, ilustrado na Figura 36, é considerado o marco experimental de dispersão da luz branca e, portanto, a referência inicial da espectroscopia.

Figura 36 - Experimento de Isaac Newton: Utilizando uma superfície com um pequeno orifício que emitia um feixe de luz, uma lente para focá-lo, um prisma de vidro para dispersá-lo, e uma tela para exibir o espectro resultante.



Fonte: Química 3d²⁸.

Na Figura 36 é mostrado o fenômeno óptico da luz conhecido como dispersão da luz, a qual é decomposta em vários comprimentos de onda, ou seja, a luz branca (policromática) se decompõe em várias luzes monocromáticas ao ser refratada quando passa por um prisma.

Outra contribuição ao desenvolvimento da espectroscopia encontra-se nas pesquisas do alemão Joseph Fraunhofer (1787-1826). Em 1814, Fraunhofer ao observar a luz do Sol a partir de um instrumento óptico que ele próprio construiu, constatou que o espectro da luz solar após sua dispersão apresentava um grande número de finas linhas escuras (as chamadas linhas de Fraunhofer) apontadas na Figura 37.

²⁸ Disponível em: <http://www.quimica3d.com/ir/br/introducao.php>

Figura 37 - Imagem do espectro solar com raias de Fraunhofer identificadas.



Fonte: RECURSOS CMMC²⁹.

Estava assim criado o primeiro espectroscópio para analisar e estudar espectros das estrelas e planetas. Porém, Fraunhofer na época não compreendia e não soube explicar a razão das linhas escuras que surgiam no espectro de luz apontado na Figura 37.

Outros importantes contributos para o avanço da técnica de espectroscopia foram deixados por R. Bunsen (1811-1899) e Robert Kirchhoff (1824-1887). Bunsen na experiência usando o bico de Bunsen produzia uma chama incolor, mas quando na presença de gases de diferentes naturezas surgiam linhas espectrais bem específicas e intrínsecas do gás em análise. A partir dos resultados dos experimentos com Bunsen, Kirchhoff estabeleceu três Leis, explicitadas no livro *Astronomia e Astrofísica* de Kepler Filho (2014):

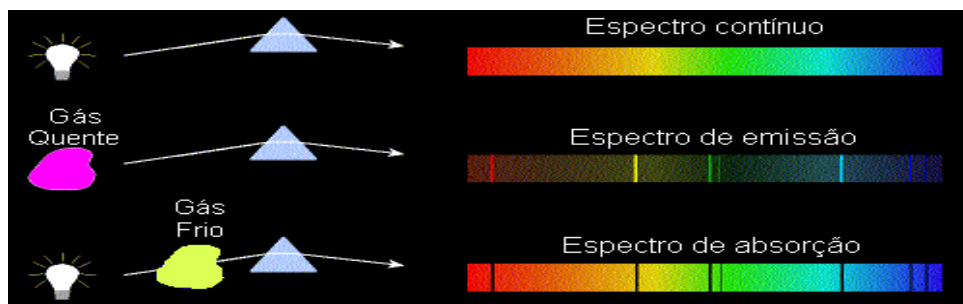
- 1) Um corpo opaco, quente, sólido, líquido ou gasoso, emite um espectro contínuo.
- 2) Um gás transparente produz um espectro de linhas brilhantes (de emissão). O número e a posição destas linhas dependem dos elementos químicos presentes no gás.
- 3) Se um espectro contínuo passar por um gás à temperatura mais baixa, o gás frio causa a presença de linhas escuras (absorção). O número e a posição destas linhas dependem dos elementos químicos presentes no gás.

Logo é compreendido que a presença das linhas escuras existentes no espectro do Sol deve-se ao fato que cada elemento químico possui um conjunto de linhas espectrais associadas sendo, portanto, essas linhas escuras no espectro solar causadas pela absorção da luz dos elementos presentes nas regiões mais externas do Sol.

Na Figura 38 temos a representação dos espectros de absorção, de emissão e espectro contínuo baseadas nas Leis de Kirchhoff.

²⁹ Disponível em: <http://cmmc.pt>

Figura 38 - Classificação espectral de acordo as Leis de Kirchhoff.



Fonte: UFRGS³⁰

As linhas espectrais mostradas na Figura 38 são conseqüências das transições atômicas dos elétrons existentes nos átomos que constituem a matéria, mas o que são essas linhas escuras ou brilhantes, porque elas aparecem e como elas são produzidas? E os espectros contínuos, por que são formados uma vez que todo átomo absorve e emite linhas espectrais? Para responder a essas perguntas seria interessante “viajar” um pouco no tempo, iniciando nossa viagem pela compreensão da evolução do átomo, mas como não é foco específico para a pesquisa de mestrado, vamos transpor essa etapa.

O átomo, segundo o modelo de Bohr, é constituído de prótons e nêutrons, os quais ficam localizados no núcleo do átomo e os elétrons orbitando o núcleo. Quando o elétron de um átomo fica excitado, ele passa para um nível de energia mais alto e quando retorna para o nível mais baixo, emite radiação. Porém quando há interação com outros átomos, essa interação pode absorver a luz, produzindo linhas espectrais de absorção (linhas escuras) ou torná-la mais brilhante, produzindo linhas espectrais de emissão (linhas brilhantes). Porém como explicar as linhas espectrais contínuas? De acordo com Kepler Filho:

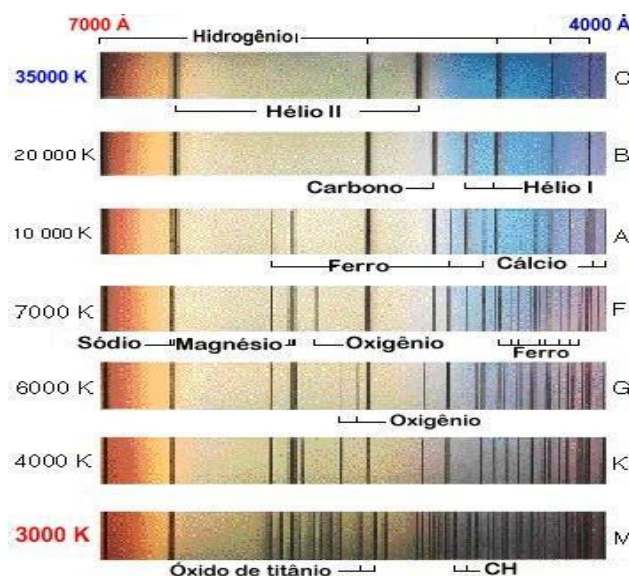
Quando átomos interagem com outros, as linhas espectrais são alargadas, já que os átomos têm velocidades diferentes e os comprimentos de onda se deslocam pelo efeito Doppler. Quando um agregado de átomos interage fortemente, como em um sólido, líquido, ou gás opaco, todas as linhas são tão alargadas, que produzem um contínuo térmico. (KEPLER, 2005, sem paginação)

Devido a esse alargamento, o espectro formado não apresenta linhas mais brilhantes e não apresenta linhas mais escuras (o que não significa ausência de luz), exibindo um espectro de luz contínuo. Enfim, esses espectros podem apresentar três componentes, o contínuo, linhas de absorção (ausência de luz) e linhas de emissão (excesso de luz). E esses perfis quando

³⁰ Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>

observados em uma amostra identifica de forma bem particular a estrutura atômica da luz analisada, nos revelando os parâmetros característicos da estrela observada. Veja a seguir na Figura 39, a classificação espectral das estrelas.

Figura 39 - Classificação atualizada dos espectros de estrelas desenvolvida no observatório de Harvard, nos Estados Unidos, no início do século XX.



Fonte: prof2000.pt/users/angelof³¹.

Na Figura 39, podem ser observadas linhas de absorção (linhas escuras/ausência de luz) quando a luz emitida pelas estrelas é absorvida pelas suas respectivas atmosferas. Nota-se que cada tipo espectral apresenta uma natureza atômica diferente.

7.2. FUNDAMENTOS BÁSICOS DO EXPERIMENTO ESPECTROSCÓPIO SOLAR

Nesta seção teremos um breve relato de algumas experiências e impressões acerca das práticas educativas sobre as técnicas da espectroscopia. Sabe-se que a inserção da Física Moderna no currículo do Ensino Médio possibilitou desenvolver nas escolas projetos voltados a temas científicos relacionados ao cotidiano, uma vez que parte das novas tecnologias acessíveis ao público em geral são produtos dos conhecimentos adquiridos na Mecânica Quântica e transferi-los para o espaço escolar é, antes de mais nada, proporcionar aos alunos do

³¹ Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>

Ensino Médio o contato mais próximo com os princípios físicos que justificam ou explicam fenômenos associados, por exemplo, ao comportamento da luz e estrutura da matéria.

Uma prática educacional democrática e colaborativa é o desenvolvimento de oficinas experimentais voltadas às disciplinas da Ciência da Natureza como a Física. A oficina *Espectroscopia para o Ensino Médio – uma aplicação da Física Moderna* constituiu uma experiência notadamente expressiva, pois trata-se de uma oficina desenvolvida na Universidade Federal do Piauí em 2013, voltada para formação do professor com objetivo introduzir conteúdos de Física Moderna nas escolas, uma vez que a espectroscopia constitui uma temática pouco abordada no Ensino Médio.

Nesse sentido, a espectroscopia é um dos temas utilizados nas aulas de Física que abre novas perspectivas e situações de trabalho voltadas para a educação. Como exemplo, o artigo elaborado por Hebert Silva e Andreia Guerra, Professores de Física do Ensino Básico intitulado *O Estudo da Espectroscopia no Ensino Médio Através de uma Abordagem Histórico-Filosófica: Possibilidade de Interseção entre as Disciplinas de Química e Física* (2005), reflete sobre a aplicação de uma sequência didática desenvolvida em uma escola do Ensino Médio da rede Federal de ensino. Esse trabalho foi estabelecido a partir dos elementos do tema espectroscopia desenvolvidos em aulas de Física, numa abordagem histórico-filosófica.

Uma das vantagens para implementação das atividades experimentais com materiais de baixo custo em escolas do Ensino Médio das redes públicas reside em propor estratégias de ensino diferenciadas, que apresente como resultado a participação mais efetiva do aluno e que tenha viabilidade econômica, já que a grande maioria das escolas não dispõem de laboratórios de Física. Para Cavalcante a prática do espectroscópio é “Uma opção muito interessante e bastante funcional para as escolas que não dispõem de laboratórios ou salas escuras para a observação dos espectros de projeção” (2005, p. 77).

O crescente número de trabalhos acadêmicos, referido no capítulo 2, em forma de teses, dissertações e artigos pertinentes ao ensino de Astronomia vem conduzindo para uma vertente que implica no desenvolvimento de aplicações que envolvem fenômenos físicos voltados à observação e práticas experimentais em que a espectroscopia está presente. No artigo *Proposta de construção de espectroscópio como alternativa para o ensino de Astronomia* (2016), os autores Lucas Guimarães, Alice Assis e Rodolfo Langhi vão além da proposição da atividade e realizam reflexões sobre aspectos que estão subjacentes ao processo que engloba a carência de pesquisas sobre o que os alunos aprendem mediante a utilização de experimentos, falta de preparo do professor, condições de trabalho e a falta de apoio material pedagógico.

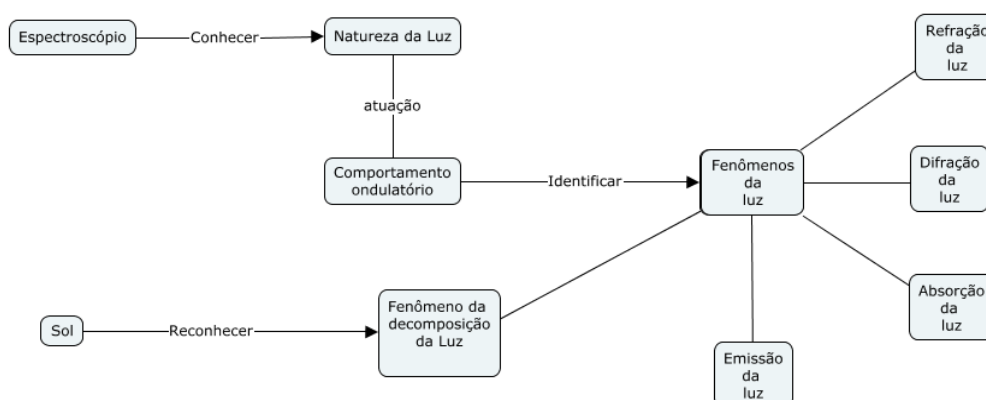
7.3. O ESPECTROSCÓPIO SOLAR, A CONSTRUÇÃO: O ENCONTRO ENTRE A TEORIA E A PRÁTICA

Na perspectiva da busca por maiores significados para a aprendizagem sobre fenômenos da Óptica Física, foi sugerida a construção de espectroscópios para um grupo de estudantes do segundo ano do Ensino Médio do CESLA para desenvolvimento dos trabalhos. Antecedendo os trabalhos práticos, os estudantes expuseram seus conhecimentos prévios ou suas concepções alternativas sobre o tema. Para essa etapa do trabalho de pesquisa um questionário investigativo foi aplicado para dimensionar os conhecimentos internalizados pelos estudantes sobre o tema proposto no Questionário IV, em anexo.

A ideia da construção do *kit* experimental envolvendo espectroscopia para fins educativos não é inédita. Essa atividade experimental é largamente encontrada em vastas literaturas, porém a dimensão desse experimento nesse trabalho vai além de mera construção de aparato experimental, estando, portanto, nas ações procedimentais exploradas a partir de uma proposta pedagógica, em que o experimento não é o fim e sim um meio para alcançar aprendizagem e estabelecer o elo entre a Física e a Astronomia.

Nesse contexto, foi requerido do estudante um tratamento investigativo para que o experimento tivesse maior eficiência quando em operação e as abordagens teóricas da Física e da Astronomia foram efetivamente concretizadas durante o processo de confecção. Na Figura 40 está apresentado o mapa conceitual que especifica os conteúdos explorados durante o trabalho experimental de construção dos espectroscópios pelos alunos.

Figura 40 - Mapa conceitual para estudo dos conceitos Físicos envolvidos no experimento Espectroscópio Solar.



Fonte: Próprio Autor.

Verifica-se no mapa conceitual, apresentado na Figura 40, o Sol como objeto de pesquisa e de estudo, porém destaque que não é a única fonte de luz observável pelo experimento, pois também se utilizou fontes de luz oriundas de diversos tipos de lâmpadas que serviram de parâmetros de análises e comparação dos diversos espectros formados. Dessa forma, a busca pela participação e aprendizagem dos alunos se dá de forma prática, estabelecendo uma conformidade próxima e real daquela que é utilizada para identificação das características dos astros através das análises de seus espectros.

Relativo ao procedimento de construção do aparato (*kit* experimental), a classe foi separada por grupos de estudantes e todas as etapas de construção foram efetivadas nos horários da aula, o que contribuiu para mudança de cumprimento do prazo de seis aulas para dez aulas, conforme se apresenta no planejamento de aula em Anexo, pois muitas tentativas foram investidas para que o procedimento desse o resultado desejado. Além disso, as intervenções pedagógicas no intuito de conhecer os detalhes que serviriam de alicerce para abordagem dos conteúdos de Física e temas acerca dos fenômenos envolvidos nos procedimentos tiveram que ser abordados de forma cuidadosa e gradativa.

Como consequência, todo empreendimento didático e pedagógico viabilizou as discussões no decurso das construções dos *kits* experimentais, pois os parâmetros e fenômenos físicos envolvidos foram debatidos concomitantemente com a produção dos espectrômetros didáticos.

Em face desse panorama, é válido contextualizar algumas situações vivenciadas no processo de construção do conhecimento de alguns parâmetros físicos e que foram amplamente debatidos entre os estudantes sob a minha orientação:

- Um CD ao ser direcionado para o Sol, houve dispersão da luz devido a difração no CD, constatando assim, a decomposição da luz branca em várias cores como consequência da refração da luz (decomposição da luz em várias frequências).
- Alguns fenômenos naturais e do dia a dia foram abordados em sala, inclusive com atividades experimentais desenvolvidos no laboratório de Física como disco de Newton, de reflexão da luz e de refração da luz.
- Os erros de construção do espectroscópio serviram de redimensionamento da atividade prática, pois aprendemos com os próprios erros. Por exemplo, abertura da fenda por onde a luz atravessa para atingir o CD sem a película (utilizado como rede de difração), constituiu um dos principais parâmetros a serem avaliados nas construções dos espectroscópios. A sua abertura influencia diretamente na qualidade do espectro formado na rede de difração (CD), pois o feixe de luz ao incidir e atingir o CD com muita intensidade provocam saturação, e como consequência as medidas e visualizações do espectro formado na rede de difração não eram eficientes para as observações, uma vez que perdia definição da imagem.

7.4. ROTEIRO DE EXPERIMENTO – ESPECTROSCÓPIO SOLAR

OBJETIVO: Construir um aparato experimental para observar e analisar o espectro de luz visível de fontes luminosas como o Sol e lâmpadas diversas.

MATERIAL NECESSÁRIO:

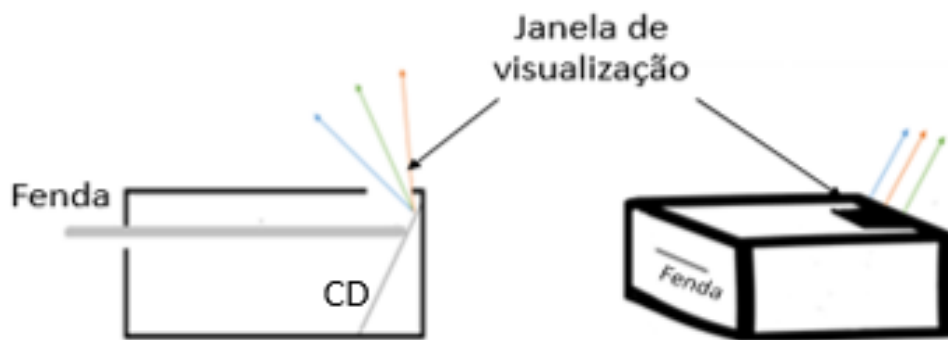
- Uma caixa de papelão (ou similar) de dimensões pequenas ou médias.
- Disco de CD ou DVD
- Folha de papel preto fosco ou tinta preta fosca de secagem rápida.
- Lâminas de aparelho de barbear.
- Tesoura e cola

CONSTRUÇÃO:

Para construção do espectroscópio usamos redes de difração caseiras para construir o espectrômetro. Este é constituído por dois elementos importantes: um CD, que deve ser

posicionado na caixa fazendo um ângulo de 60 graus em relação ao fundo da caixa, o qual separa a luz nas suas diferentes cores e uma pequena fenda no lado oposto da caixa, a qual produz um feixe estreito de luz. A fenda é feita num dos lados da caixa usando papel grosso e fita adesiva. Um modelo mais básico pode ser feito usando as duas lâminas de uma máquina de barbear descartável, que são colocadas viradas com as faces afiadas viradas uma para a outra. Se a fenda for demasiado larga, o espectro será difuso, e se for demasiado estreita, o espectro será demasiado ténue. Uma abertura de 0.2 mm deverá funcionar bem, mas o melhor é experimentar. A qualidade do espectro obtido é dependente da qualidade da fenda, mas o melhor, portanto esta deverá ser feita com cuidado. A Figura 41 mostra o esquema de construção do espectroscópio na visão lateral e frontal.

Figura 41: Esquema de construção do espectroscópio solar.

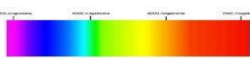


Fonte: Próprio autor

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

Conforme a Figura 41 direcione a fonte de luz a ser analisada para a fenda e observe pela janela de observação o espectro de luz formado após sua decomposição e completar o Quadro 1 conforme o exemplo mostrado.

Quadro 4 - Quadro de preenchimento dos espectros observados no experimento.

Fonte de Luz	Espectro		Imagem Observada	Características (Cores que se destacam)
	Contínuo (junto)	Separado (discreto)		
Vela	(x)	()		Violeta, anil, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho

Lâmpada Incandescente	()	()		
Lâmpada fluorescente	()	()		
Sol	()	()		
Lâmpada Mista (logo ao liga-la)	()	()		
Lâmpada Mista (depois de aquecida)	()	()		
Lâmpada neon	()	()		
Lâmpada de vapor de mercúrio	()	()		
Lâmpada de vapor de sódio	()	()		

Fonte: Coleção Explorando o Ensino

1. Analise o espectro observado para cada tipo de lâmpada destacando as diferenças e semelhança.
2. Pesquise a composição química gasosa ou sólida de cada fonte. Qual a relação que você chega a partir dos espectros observados?
3. Em algumas lâmpadas fluorescentes aparecem na embalagem a temperatura de 6000K. Como esta temperatura se relaciona com a cor da lâmpada? Qual a relação com o Sol?

7.5. DISCUSSÕES E ANÁLISES DOS RESULTADOS

Durante a execução da atividade proposta no roteiro experimental, algumas imagens foram processadas com o objetivo de caracterizar o espectro formado a partir das observações efetuadas para cada fonte de luz indicada no roteiro como forma de potencializar o entendimento do uso dessa técnica no reconhecimento das propriedades físicas e químicas das estrelas. A seguir, nas Figuras 42, 43 e 44, mostram imagens de espectros obtidas pelos estudantes. Elas são reais e obtidas com aparelhos de telefonia móvel e máquina de fotografia digital.

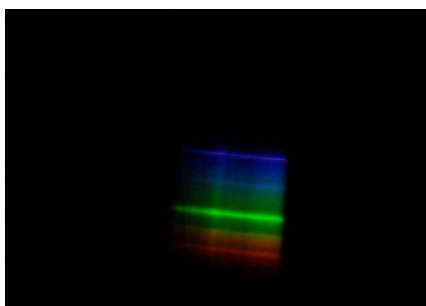
Figura 42 - Espectro do Sol imageado por estudantes a partir de um espectroscópio didático.



Fonte: Próprio Autor.

Observa-se na Figura 42 um espectro contínuo obtido da observação através de um espectroscópio solar direcionado ao Sol, ou seja, é um espectro da fotosfera do Sol. As linhas escuras presentes no espectro foram visíveis a “olho nu” quando visualizado pela janela de visualização, mas não sensibilizado nas diversas imagens digitais auferidas pelos equipamentos fotográficos.

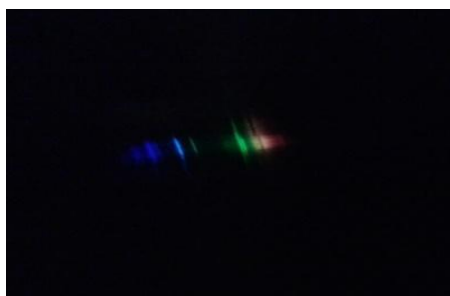
Figura 43 - Espectro de luz de uma lâmpada fluorescente imageado por estudantes a partir de um espectroscópio didático.



Fonte: Próprio Autor.

Verifica-se na Figura 43 um espectro contínuo com linhas brilhantes devido à emissão do vapor de mercúrio obtido através do espectroscópio solar de uma lâmpada fluorescente.

Figura 44 - Espectro de luz de uma lâmpada de vapor de sódio imageado por estudantes a partir de um espectroscópio didático.



Fonte: Próprio Autor

Ao se analisar o espectro da luz da lâmpada de vapor de sódio na Figura 43 verifica-se linhas de emissão, o que mostra a transição atômica do sódio ao retornar ao estado quântico fundamental emitindo luz.

Durante todo processo de desenvolvimento didático para essa atividade experimental, foram apresentados para os estudantes pequenas demonstrações experimentais referentes a alguns fenômenos ópticos (refração, reflexão, decomposição da luz branca e difração) e abordagens teóricas, o que corroborou para maior eficiência da construção do kit experimental espectroscópio solar didático, uma vez que, as respostas apresentadas no Questionário IV, sobre os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do tema, demonstraram grande desconhecimento referente aos fenômenos físicos envolvidos no processo.

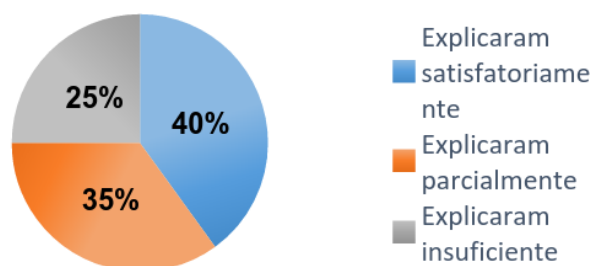
Levando-se em conta esses aspectos, após análise do questionário referido, pôde-se observar e constatar que 36% desses estudantes desconheciam completamente sobre fenômenos ópticos como reflexão, decomposição da luz, refração e difração, e 64 % restante dos alunos já havia ouvido ou lido algo sobre esses fenômenos, sendo os mais conhecidos a decomposição da luz e a reflexão da luz. Porém ao tentar explicar seus significados, somente 1% dos estudantes conseguiu explicar satisfatoriamente a reflexão da luz e também sobre a formação do arco-íris, sendo que esse último, ainda 41% explicam superficialmente. E finalmente, acerca da técnica de espectroscopia na Astronomia, 100% dos estudantes desconhecem ou nunca ouviram e leram algo alusivo ao tema proposto para o trabalho. Após finalização dos trabalhos e aplicação do Questionário IV-B, 100% dos estudantes reconhecem a importância da espectroscopia na Astronomia, porém nem todos conseguem compreender de uma forma mais vasta o seu processo. Essa evidência pode ser averiguada no Gráfico 11, em que os percentuais de aprendizagem no que tange ao processo da espectroscopia na Astronomia dos alunos são verificados a partir do Questionário IV-B e também na Tabela 10.

Tabela 10 - Rendimento de aprendizagem sobre a espectroscopia.

	<i>Explicam satisfatoriamente</i>	<i>Explicaram parcialmente</i>	<i>Explicaram insuficiente</i>
Sobre espectroscopia	17	15	11

Fonte: Próprio Autor.

Gráfico 11 - Rendimento de aprendizagem sobre a espectroscopia.



Fonte: Próprio Autor.

Estes dados nos mostram que as interpelações e intervenções didáticas requisitam atenções mais cuidadosas acerca das teorias relacionadas aos fenômenos envolvidos.

Após estudos e reflexões, a metodologia aplicada desenvolvida proporcionou uma aproximação entre a teoria e a prática experimental, contribuindo para melhores compreensões do funcionamento do espectroscópio solar, dos fenômenos físicos e das caracterizações astronômicos de um astro, na tentativa de contribuir com o progresso da aprendizagem do aluno, construída a partir da integração e senso de coletividade entre os estudantes.

8. DESCRIÇÃO DO PRODUTO

A Universidade, na sua plenitude do exercício do dever em dar retorno à sociedade da qual faz parte, e após meses de trabalho de pesquisas com as consequentes análises críticas do trabalho desenvolvido durante o período de mestrado, apresento como produto de um processo edificado durante esse estágio, um manual do uso das atividades desenvolvidas, sob o título *Metodologia para emprego de experimentos de Astronomia no espaço escolar*.

Este manual constitui-se dos roteiros de atividades dos planos de execução dos trabalhos práticos experimentais desenvolvidos para estudantes do ensino médio durante etapas de pesquisa do curso de Mestrado de Ensino em Astronomia fomentado pela Universidade Estadual de Feira de Santana.

A ideia é propor um leque de possibilidades para o Professor de Física dispor durante sua prática docente a partir dos fenômenos da Astronomia, através de atividades práticas que utilizem a investigação científica, a observação e a experimentação como modelos de ensino, uma vez que, se existem várias maneiras de aprender e, via de regra, também há diversas possibilidades de se ensinar.

Nesta obra, portanto, não são apontadas as soluções para a aprendizagem de Física, mas sim, propostas e possibilidades de desenvolvimentos e estratégias didáticas que o Professor de Física possa julgar como aplicá-la, potencializando o processo de ensino de Física na tentativa de torná-la mais acessível e cognoscível para o aluno.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após muitos anos de exercício profissional no ensino de Física, as inquietações e os questionamentos sobre processos de ensino foram os indicativos balizadores para redimensionar as minhas ações como professor através desse trabalho. As investigações realizadas neste trabalho permitiram apresentar ao longo deste texto e reflexões sobre esses questionamentos. Sendo assim, o engajamento no programa de Mestrado Profissional em Astronomia fomentado pela UEFS emergiu como oportunidade de avaliar princípios e práticas de ensino que corroborassem para uma mudança de atitude e postura dos estudantes durante as aulas de Física.

Levando-se em consideração esses aspectos, o ensino de Física tem se constituído como uma das principais preocupações no Ensino Básico, pois observa-se que o seu ensino na forma mecânica, centralizada na memorização de fórmulas e resolução de problemas, nem sempre tem sido estimulante para o estudante. Portanto, nesse trabalho a proposta é viabilizar novas estratégias de ensino que ultrapassem a mera resolução de problemas, ou seja, um ensino em que o estudante seja mais participativo e analítico.

Partindo das reflexões acerca das obras dos autores adotados como referenciais teóricos, John Dewey e David Ausubel, as conseqüentes leituras cooperaram para viabilizar estratégias de ensino de Física que contribuíssem para o alcance de uma aprendizagem com maior significado, incentivando os alunos a ingressarem em um ambiente de aprendizagem voltado para o conhecimento científico mais prático e real sobre temáticas relacionadas à Astronomia, utilizando-a como agente motivador para as aulas de Física, sendo a medida dessa motivação no processo apurada pelo grau de envolvimento e interesse dos alunos durante as aulas. Dessa forma, propor ações de investigação, observação e experimentação na escola foi oportunizar aos estudantes participarem efetivamente do processo de aprendizagem, conhecer os processos e etapas de uma pesquisa científica e entender a importância dos estudos científicos, em particular da Astronomia, reconhecendo suas contribuições para o desenvolvimento social, político e tecnológico da humanidade.

Logo, a escola no exercício da função de formação do cidadão brasileiro deve contribuir nesse contexto, para aumentar os índices de alfabetização científica, incentivar o acesso a informações de temas alusivos à Ciência e Tecnologia e projetar melhoria dos resultados dos exames de Ciências da Natureza do PISA. Esses dados utilizados no trabalho foram usados para legitimar as informações extraídas junto aos estudantes colaboradores e participantes do

processo da pesquisa nos questionários sobre conhecimentos científicos voltados à Astronomia no CESLA.

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede pública do Ensino Médio, entre os anos de 2015 e 2016 e focou no planejamento e acompanhamento sistemático de estratégias de ensino de Física utilizando contextos e fenômenos da Astronomia apoiadas na tripla ação estratégica do ensino por investigação, observação e experimentação. Foi percebido que os estudantes, inseridos no processo, estabeleceram uma relação mais positiva e de comunicação mais harmoniosa com a Física, estreitando assim o que se desejava ensinar com o que deveria ser aprendido.

Constatado esse cenário, reafirmo a necessidade da construção de um novo perfil profissional de ensino de Física, ou seja, um professor cada vez mais pesquisador, aberto às inovações, que confronte e debata suas ideologias, que repense sua prática de trabalho, que desenvolva ações didáticas para viabilizar nos estudantes o interesse pelo estudo científico, promovendo o seu conhecimento, fundamental para a formação mais completa do indivíduo.

Dessa forma, as ações planejadas e executadas que propôs o ensino por investigação, por observação e por experimentação, desenvolvidas no CESLA para o ensino de Física mostraram o quão se fez necessário que os envolvidos no processo, professor e alunos, ressignifiquem suas posturas frente aos novos desafios, atitudes essas que serviram de estímulos para os jovens estudantes exercerem seus papéis como protagonistas e agenciadores dos próprios conhecimentos.

Ao reproduzir essa ideia, o protagonismo estudantil esteve representado inicialmente na interação das novas informações com os conhecimentos já internalizados previamente, ou seja, os conhecimentos prévios que os alunos apresentaram antes do início de cada ação didática serviram de direcionamento do trabalho a ser desenvolvido para redimensionar etapas e prazos, com objetivo de usá-los a favor da construção do novo conhecimento. Nessa perspectiva as três linhas de trabalho convergiram para esse ponto comum, tendo as tarefas sido desenvolvidas após aplicação dos questionários sobre as temáticas envolvidas, o que vai comungar com as ideias disseminadas por Ausubel, Moreira e outros estudiosos.

Para se avaliar o processo de ensino por investigação científica com o Radiotelescópio Didático, observação e atividade experimental sobre as fases da Lua e do Espectroscópio Solar é preciso considerar alguns aspectos relacionados à conduta comportamental do estudante e de minha postura frente as eventualidades ocorridas. A avaliação está implicada diretamente com as condições relevantes postas para execução das atividades, dentre elas ressalto a boa condição

de insolação no espaço escolar para a atividade de investigação científica com o Radiotelescópio Didático e Espectroscópio Solar, ampla área externa para observação do céu com segurança e salas amplas para desenvolvimento das atividades práticas.

Todavia é importante relatar as condições desfavoráveis que não coadjuvaram para o transcurso dos trabalhos, dentre elas, destaca-se a verticalização da escola, que por não possuir elevadores em funcionamento dificultava o ato de manobra dos materiais do Radiotelescópio Didático para o local de observação, a deficiência de material de apoio didático (*datashow*, ferramentaria, internet e outros) e o grau deficitário de autonomia de alguns estudantes, esse último, por exemplo, imprescindível para o alcance do objetivo delineado.

Intrinsicamente, o principal ganho da estratégia do ensino por investigação foi a correspondência estabelecida entre a teoria e a prática de uma forma mais próxima o possível de um contexto real, em que os estudantes puderam tratar de dados reais extraídos do ambiente de pesquisa e dessa maneira ter a percepção da importância dos conhecimentos físicos para o desenvolvimento científico e tecnológico para a humanidade e sobretudo para a Ciência da Astronomia.

Ressalto ainda que nas atividades voltadas para observação (aparência lunar) e experimentações (Fases da Lua e Espectroscopia Solar) as correlações entre os fenômenos da Astronomia e da Física ocorreram simultaneamente, o que possibilitou integrar esses conhecimentos, solidificando a transversalidade e ainda aumentando, mesmo não na totalidade, a participação e o interesse dos estudantes durante as aulas, pois através das construções desses experimentos e das discussões ocorridas *in loco* acerca de temas que envolvem a Física e a Astronomia, os alunos puderam compreender fenômenos das fases da Lua (dentre outros aspectos da Lua) e compreenderem como os Astrônomos reconhecem as características físicas das estrelas.

Concomitante a todo processo evolutivo dos trabalhos, existiu o acompanhamento das diversas etapas da construção do documento elaborado pelo Ministério da Educação em conjunto com os docentes denominado Base Nacional Curricular Comum (BNCC) que estará em vigor em 2017, com a finalidade de atentar as tendências para as novas propostas curriculares. O objetivo da BNCC é unificar o percurso de conhecimento e de aprendizagem do estudante na Educação Básica no Brasil. Ao se realizar uma análise comparativa entre o trabalho de pesquisa e o documento proposto pelo MEC, observa-se que existem pontos convergentes com esse documento, dentre eles presentes nos objetivos de aprendizagem de Física, como, os conhecimentos conceituais, a contextualização histórica-social e processos e práticas

investigativas, onde as unidades de currículos estão organizadas de tal forma que contempla a Astronomia na unidade específico Terra, Universo e Vida.

Muito se debate na academia e nas escolas sobre metodologias e estratégias que corroboram para o aumento de concentração e atenção dos estudantes durante a aula no espaço escolar, pois o repertório de atrativos fora dela são elementos que nem sempre favorecem a atenção dos estudantes nas escolas. A partir dessa análise, a proposta foi diversificar os modelos de ensino e espaços para ensino utilizando das estratégias desenvolvidas por investigação, por observação e por experimentação. Porém, criar essas possibilidades não garantiu, evidentemente, aprendizagem significativa e efetiva por igual para todos os alunos envolvidos, pois a aprendizagem perpassa por outros fatores que por si só, o professor e a escola não superam, pois permeia no campo da subjetividade, e são de ordem pessoal e de projeto de vida de cada estudante, e ainda a ausência dos pré-requisitos básicos de conhecimentos geraram abismos a serem suplantados, principalmente pelos estudantes, que são elementos desafiadores para qualquer um.

Porém, o objetivo do trabalho atingiu um resultado cuja previsibilidade foi alcançada, pois os estudantes do Ensino Médio regular e do sistema de Educação de Jovens e Adultos da instituição, mesmo apresentando dificuldades interpretativas das situações problemas vivenciadas durante os trabalhos e limitações básicas de questões da Aritmética ou Matemática, o que ainda é um entrave e um desafio no sistema educacional das escolas públicas, apresentaram um avanço cognoscível e incremento motivacional para as aulas de Física.

Logo, essa pesquisa é uma amostra de que o ensino de Física pode ser organizado e caracterizado a partir de um contexto que aproxime a teoria (raciocínio abstrato) da prática (realidade concreta e vivenciada), e que ainda durante a prática pedagógica os conhecimentos prévios trazidos pelos alunos sejam concebidos, tratados e respeitados, assim como seus limites cognitivos. Dessa forma, o aluno que esteja receptivo a todo processo, desenvolverá as competências e habilidades para o enfrentamento dos obstáculos do transcurso, uma vez que, a aprendizagem terá o caráter parcial ou pleno quando o que se está aprendendo se faz sentido. Frente ao exposto, a Astronomia é incorporada ao processo não como coadjuvante, mas sim como um componente propulsor desse conhecimento, objetivando elevar interesses de aprendizagem pela Física.

REFERÊNCIAS

AMÂNCIO C. S.; et al. *Astronomia: Uma Visão Geral do Universo*. São Paulo: EDUSP, 2000. 288p.

APOLO 11. Site. Disponível em <<http://www.apolo11.com>>. Acesso em dez de 2014.

AUSUBEL, David P.. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Editora Paralelo, 2000. 243p.

AZEVEDO, M. C. P. S. de. *Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula*. Revista Ensaio, v.13, n.03, p.67-80. Belo Horizonte: UFMG, 2011.

BANCO de Teses. Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES). Disponível em:<<http://bancodeteses.capes.gov.br/banco-teses/#/>> Acesso em 18 out. 2016

BARTELMEBS, Roberta Chiesa. *Ensino de Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: como evoluem os conhecimentos dos professores a partir do estudo das ideias dos alunos em um curso de extensão baseado no modelo de investigação na escola*. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2016. Disponível em:<<http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/8533/1/000479245-Texto%2bCompleto%2bv.1-0.pdf>> Acesso em 18 out 2016

BASSOLI, F.. *Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções (2014)*. Ciênc. Educ., v. 20, n. 3, p. 579-593. Bauru, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n3/1516-7313-ciedu-20-03-0579.pdf>>. Acesso em maio de 2015.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. *Investigação Qualitativa em Educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994. 336p.

BOSS, S. L. B.; et al.. *Historia da Ciência e Aprendizagem Significativa: O experimento de Coulomb*. Florianópolis, 2009. Disponível em:

<<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1567.pdf>>. Acesso em jan de 2016.

BRESTONES, P. S.. *Disciplinas Introdutórias e Astronomia nos Cursos Superiores do Brasil*. Dissertação de Mestrado. Unicamp, 1999. Disponível em:

<http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/1999_bretones_d_unicamp.pdf>. Acesso em dez de 2015.

CARRILHO, João José da Silva. *Astronomia no ensino médio. A ciência e o lúdico: desafiando e educando*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana. 2016. p. 20 – 25. Disponível em:

<http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/2015_CARRILHO_D_UEFS.pdf>. Acesso em jul 2016

CARVALHO, A. M. P de; VANNUCCHI, A. *O currículo de Física: Inovações e Tendências nos anos noventa*. Investigações em Ensino de Ciências – V. 1, p.3-19, 1996. Disponível em: <<file:///C:/Users/Ederson%20José/Downloads/644-1305-1-SM.pdf>>. Acesso em nov 2016

CAVALCANTE, Marisa Almeida; et al. *Experiências em Física Moderna Física na Escola*, v. 6, n. 1, 2005. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/exper-fis-mod.pdf>>. Acesso: dez 2016

CECCATO, J. R.. *Introdução à Astronomia e Astrofísica*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2003. Disponível em: <http://www.das.inpe.br/ciaa/cd/html/sol/o_sol.htm>. Acesso em out de 2015

COLEÇÃO Explorando o Ensino Astronomia – Parte I. Ministério da Educação e Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 201-206. 2009.

DEPARTAMENTO de Astronomia. UFRGS. Disponível em:

<<http://astro.if.ufrgs.br/telesc/node3.htm> >. Acesso em abr 2015

DEWEY, John. *Experiência e Natureza*. São Paulo: Editora Abril Cultural, 1974. [sem paginação]

DUBEUX, K. M. R.; HOSOUME, Y.. *A contribuição da Física para o novo Ensino Médio*. Física na Escola, v. 4, n. 2. São Paulo: Instituto de Física Universidade de São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/vol4/num2/v4n2a09.pdf>>. Acesso jan de 2016

EDUCAÇÃO. O Estadão. Disponível em <<http://educacao.estadao.com.br>>. Acesso em out de 2016.

FAGUNDES, Adriano Luiz. *Avaliação de uma hipermídia educacional sobre as fases da Lua*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2014. Acesso em ago 2016.

FERNANDES, Kley C. *Construção de um Radiotelescópio amador em microondas 12 GHz, dotado de um sistema automático de aquisição de dados*. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Física. Universidade Católica de Brasília, 2007.

FORRESTER, Gary. *Solar Observations During a Solar Minimum Using a Small Radio Telescope*. Bridgewater State Colege, vol 6. p. 77-82. 2010.

KEPLER FILHO, S. O. F; SARAIVA, Maria de F. O. *Astronomia e Astrofísica*. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2014. 704p.

LANGHI, R.. *Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores*. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2009. 370 f. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/TES_DOUT/TES_DOUT20091105_LANGHI%20RODOLFO.pdf>. Acesso em mar de 2016.

LOCATELLI, Rogério José; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *Inovações e tendências do ensino de física na virada do milênio*. Anais. São Paulo: FEUSP, 2003. Disponível em: <

file:///C:/Users/EDERSO~1/AppData/Local/Temp/Rar\$Dla0.030/ATAS%20XV%20SNEF.pdf >. Acesso em dez de 2016.

LONC, W; CAPILOTO, M. *Classroom Radio Telescope*. [S.l.], 1999.

MINISTÉRIO da Ciência e Tecnologia. Centro de Gestão de Estudos Estratégicos. Disponível em: <<http://www.mcti.gov.br>> Acesso em jul de 2015.

MINISTÉRIO da Educação. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br>> Acesso em dez de 2014.

MOREIRA, M. A.. *Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa*. Revista Chilena de Educación Científica, ISSN 0717-9618, v. 7, n. 2, p. 23-30. 2008. Revisado em 2012. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>>. Acesso em out de 2016.

MORGAN. D. *School Dish Project*. [S.l.], 2013.

MOSCHETTI, M.. *Galileu e as Cartas Sobre as Manchas Solares: a Experiência Telescópica Contra a Inalterabilidade Celeste*. Revista Especiaria. v. 9, p. 313-340. Bahia: Universidade Estadual de Santa Cruz, 2006. Disponível em: <http://www.uesc.br/revistas/especiarias/ed16/16_4_galileu_e_as_cartas_sobre.pdf>. Acesso em jun de 2015.

NARDI, R.; LANGHI, R. *Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica*. Rev. Bras. Ensino Física, vol.31, n.4. São Paulo, Outubro/Dezembro, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172009000400014> Acesso em maio de 2015

NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, J. B. *Astronomia: ensino fundamental e médio*. Coleção Explorando o Ensino Fronteira Espacial. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009.

OBSERVATÓRIO Nacional. Disponível em: <www.on.br>. Acesso em nov de 2014.

ORTIZ, Roberto. *Experimentos de Astronomia para ensino Fundamental e Médio*. 2 ed. São Paulo: USP, 2011. Disponível em:

<http://each.uspnet.usp.br/ortiz/classes/experimentos_2011.pdf>. Acesso em mar de 2015.

O SOL. Documentário. Produção: Discovery Channel. Vídeo. Color. 43m46s. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=NQERomN4n2Y>>. Acesso em fev 2015

PLANO NACIONAL DE ASTRONOMIA, Comissão Especial de Astronomia. Disponível em: < <http://www.lna.br/PNA-FINAL.pdf> > Acesso em jun 2014

PRAZERES, Audemário. *Arqueoastronomia: o canibalismo do indígena brasileiro associado à astronomia*. ComCiência no.112 Campinas 2008

<<http://comciencia.scielo.br/pdf/cci/n112/a11n112.pdf>>. Acesso em mar 2017

RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA. *Youtube*. Vídeo. Color. 4m28s. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=79m03KEuRzY>>. Acesso em fev 2015

RAMALHO, J., *Os Fundamentos da Física*. V. 1, 2 e 3. São Paulo: FTD, 2013.

REVISTA Ensino Superior. Unicamp. Disponível em:

<<https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br>>. Acesso em mar 2015.

SANTANA, Salete de L. C., et al. *Sugestão para Planejamento de Atividades Experimentais*.

Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria, [Sem data]. Disponível em:

<http://w3.ufsm.br/ppgecqv/Producao/atividades_experimentais.pdf>. Acesso em mar 2015

SILVA, Adriana Válio R.. *Nossa Estrela: O Sol*. Coleção Temas Atuais da Física. São Paulo: Livraria da Física, 2006. 166p.

SILVA, Fábio A. R. e, *O ensino de ciências por investigação na educação superior: Um ambiente para o estudo da aprendizagem científica*. Tese de Doutorado. 2011. 327p.

Disponível em:< http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-8R2KQA/tesef_biosilva.pdf?sequence=1> Acesso em jan 2015

SOUZA, Rodrigo A., *Os fundamentos da pedagogia de John Dewey: Uma reflexão sobre a epistemologia pragmatista*. Revista Contrapontos - Eletrônica, Vol. 12, n. 2. p. 227-233 Maio/Agosto 2012.

SILVA, Hebert Roberto Araujo; MORAES, Andreia Guerra. *O estudo da espectroscopia no ensino médio através de uma abordagem histórico-filosófica: possibilidade de interseção entre as disciplinas de Química e Física*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 2, p. 378-406. 2015. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n2p378>>. Acesso em: dez 2016

STATHIS, Christopher. *Design and construction of a radio telescope for undergraduate research*. p. 55. EUA, 2011.

TINTI, Maurizio. *Construction of a 12 GHz total power radio telescope for teaching purposes, suitable for noisy environments, using satellite TV devices*. Progress In Electromagnetics Research C, Vol. 37. p.159-170. 2013.

TODESCO, F; SILVA, J. P. da; CARVALHO, D. G. de. *Uma investigação sobre procedimentos metodológicos de professores de ensino básico no processo de transposição didática de um conceito matemático*. 20---. p. 408. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/edipucrs/erematsul/comunicacoes/25JULIANAPIRES.pdf>> Acesso em abr 2015.

TOSCANO, Carlos.; FILHO, Aurélio G.. *Física, Interação e Tecnologia*. v. 2. São Paulo: Editora Leya, 2013. 328p.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D.. *Modelagem no ensino/aprendizagem de Física e os novos PCN's para o ensino médio*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2. [S.l.]: 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a03v24n2.pdf>>. Acesso em jun de 2015.

UBINSKI, Juliana A. da S. *Ensino de Astronomia através da investigação científica*. P. 1. 2010. 10p. Disponível em: <[http://cac-
php.unioeste.br/eventos/iisimposioeducacao/anais/trabalhos/123.pdf](http://cac.php.unioeste.br/eventos/iisimposioeducacao/anais/trabalhos/123.pdf)>. Acesso em abr de 2015.

ZÔMPERO, A. F; LABURÚ, C. E., *Atividades investigativas no ensino de ensino: Aspectos históricos e diferentes abordagens*. Revista Ensaio, v.13, n.03, p.67-80. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03-00067.pdf>>. Acesso em maio de 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO I

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UEFS

QUESTIONÁRIO I

APLICAÇÃO: 06 a 10 de abril de 2015

EIXO TEMÁTICO: ASTRONOMIA BÁSICA CURSO: _____

Esse questionário tem o objetivo de avaliar conhecimentos prévios sobre astronomia básica.

1. Astronomia é importante para a humanidade?

Não Sim

Explique se souber (se não souber não precisa escrever)

2. Durante sua vida escolar você já estudou temas relacionados à astronomia (Sistema solar, Lei da gravitação Universal, galáxias e outros)?

Não Sim Qual (is)? _____

3. Você costuma ler em revistas, sites, livros ou assistir vídeos, filmes e documentários com temas relacionados à astronomia?

Não Sim Cite: _____

4. Você já visitou algum museu, feira tecnológica, observatório astronômico ou planetário?

Não Sim Qual? _____

5. Você conhece os movimentos da Terra?

Não Sim Quais são? _____

Explique: _____

6. O Sol se move em torno da Terra?

Não Sim

7. Conhece a teoria Heliocêntrica?

Não Sim

Explique: _____

8. O sol emite luz própria.

Não Sim Qual a origem dessa luz(Se não souber não precisa explicar)?

9. Sabe o que é onda eletromagnética?

Não Sim

Explique: _____

10. Conhece algum tipo de onda eletromagnética?

Não Sim Qual? _____

11) Você sabe por que a lua tem fases?

Não Sim Explique: _____

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO II-A

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UEFS

QUESTIONÁRIO II-A

APLICAÇÃO: 13 a 17 de abril de 2015

EIXO TEMÁTICO: ASTRONOMIA BÁSICA CURSO: _____

Esse questionário tem o objetivo de avaliar conhecimentos prévios sobre radioastronomia básica e atividade solar.

1. Você já ouviu falar em radioastronomia?

Não

Sim

2. Caso a resposta anterior seja positiva, explique se souber, o seu significado ou sua função.

3. Já ouviu falar em atividade solar, explosão solar ou emissão de massa coronal? Qual ou Quais deles?

4. Caso a resposta anterior seja identificada, explique seu significado.

5. Você já ouviu ou leu sobre a existência de manchas na superfície do Sol?

Sim

Não

6. Caso a resposta anterior seja positiva, explique o seu significado.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO II-B

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UEFS

QUESTIONÁRIO II-B

EIXO TEMÁTICO: ASTRONOMIA BÁSICA CURSO: _____

01. Qual a função da radioastronomia?
02. Relacione o termo atividade solar e explosão solar
03. O que são e como são formadas as manchas solar?

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO III

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UEFS

QUESTIONÁRIO III

APLICAÇÃO: 11 a 15 de maio de 2015

EIXO TEMÁTICO: ASTRONOMIA BÁSICA CURSO: _____

Esse questionário tem o objetivo de avaliar conhecimentos prévios sobre mecânica celeste e fases da Lua.

- 1) A Terra gira em torno do Sol () O Sol gira em torno da Terra ()
- 2) A Terra gira em torno da Lua () A Lua gira em torno da Terra ()
- 3) Qual a origem da Luz emitida pela Lua?
- 4) Qual a sequência das fases da Lua?
- 5) Por que a Lua tem fases?

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO IV

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UEFS

QUESTIONÁRIO IV

APLICAÇÃO: 21 a 25 de setembro de 2015

EIXO TEMÁTICO: ESPECTROSCÓPIA CURSO: _____

1. Como os astrônomos conhecem a constituição das estrelas, como por exemplo, o Sol, uma vez que não podemos alcançá-lo?

2. Qual ou quais dos fenômenos relacionados abaixo você já ouviu falar?

() Difração da luz

() Reflexão da luz

() Refração da luz

() Dispersão da luz

3. Com relação a questão anterior, caso tenha assinalado (x) para algum (ns) fenômeno (s), o(s) defina ou cite um exemplo prático que você presenciou esse(s) fenômeno(s).

4. Como se formam as cores do arco-íris?

APÊNDICE F – PLANEJAMENTO I

COLÉGIO ESTADUAL LANDULFO ALVES

Plano de Aula – 2015

Professor (a): Ederson Ferreira		Disciplina/Área de Conhecimento: Física
Série: 2ª	Unidade: III	

Período Data	Capacidade (s)	Conteúdo (s)	Estratégia (s) / Atividade / Avaliação	Recurso (s)
11/05 (2 aulas)	Compartilhar ideias sobre os fenômenos ópticos.	Fenômenos e princípios da Luz (Reflexão, opacidade, fontes de luz)	Aplicação do questionário III sobre os conhecimentos prévios Orientação e confecção do experimento (simulador das fases da Lua)	Quadro e piloto Caixa de papelão Esfera de isopor Clips Cola Espeto de churrasco Lanterna LED
14/05 (2 aulas)	Explicar os princípios e fenômenos ópticos	Fenômenos e princípios da Luz (Reflexão, opacidade, fontes de luz)	Confecção do experimento (simulador das fases da Lua)	Quadro e piloto Caixa de papelão Esfera de isopor Clips Cola Espeto de churrasco Lanterna LED
18/05 (2 aulas)	Explicar os princípios e fenômenos ópticos Compreender as causas das fases da Lua	Fenômenos e princípios da Luz (Reflexão, opacidade, fontes de luz)	Confecção do experimento (simulador da Lua)	Quadro e piloto Caixa de papelão Esfera de isopor Clips Cola Espeto de churrasco Lanterna LED
21/05 (2 aulas)	Explicar os princípios e fenômenos ópticos Explicar o fenômeno das fases da Lua com base nos princípios físicos da Óptica	Fenômenos e princípios da Luz (Reflexão, opacidade, fontes de luz)	Discussão dos resultados auferidos no experimento	Quadro e piloto Caixa de papelão Esfera de isopor Clips Cola Espeto de churrasco Lanterna LED

Referências:

1. NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, J. B. Astronomia: ensino fundamental e médio. Coleção explorando o ensino fronteira espacial. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009.
2. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/trabalhos_06/Carmes_FL.htm. Acesso em: abr, 2015.

APÊNDICE G – PLANEJAMENTO II

COLÉGIO ESTADUAL LANDULFO ALVES

Plano de Aula – 2015

Professor (a): Ederson Ferreira	Disciplina/Área de Conhecimento: Física
Série: 2ª	Unidade: III

Período Data	Capacidade (s)	Conteúdo (s)	Estratégia (s) / Atividade / Avaliação	Recurso (s)
21/09 (2 aulas)	Compartilhar ideias sobre os fenômenos ópticos.	Natureza da Luz	Aplicação do questionário IV-A sobre os conhecimentos prévios Orientação para a confecção do experimento (espectroscópio solar)	Computador Datashow Quadro e piloto
28/09 (2 aulas)	Explicar os princípios e fenômenos ópticos Compreender o comportamento ondulatório da luz	Decomposição da luz Refração da luz Difração da luz	Aula expositiva dialógica (slide) acompanhadas de atividades experimentais. Confecção do experimento (espectroscópio solar)	Computador Datashow Quadro e piloto Caixa de papelão CD Fita adesiva Cola Tesoura Lamina de barbear
05/10 (2 aulas)	Explicar os princípios e fenômenos ópticos Compreender o comportamento ondulatório da luz	Decomposição da luz Refração da luz Difração da luz (rede de difração)	Aula expositiva dialógica (slide) acompanhadas de atividades experimentais. Confecção do experimento (espectroscópio solar)	Computador Datashow Quadro e piloto Caixa de papelão CD Fita adesiva Cola Tesoura Lamina de barbear Lâmpadas
19/10 (2 aulas)	Explicar os princípios e fenômenos ópticos Compreender o comportamento ondulatório da luz	Decomposição da luz Refração da luz	Aplicação do roteiro de experimento Avaliação dos resultados obtidos no experimento (espectroscópio solar)	Espectroscópio Lâmpadas de diversos tipos Sol

	Analisar espectros de absorção e emissão	Difração da luz (rede de difração) Linhas espectrais de absorção e emissão		
26/10 (2 aulas)	Explicar os princípios e fenômenos ópticos Compreender o comportamento ondulatório da luz Analisar espectros de absorção e emissão Analisar as linhas espectrais das estrelas Compreender a importância da espectroscopia para a Astronomia e como essa técnica é capaz de caracterizar as propriedades físicas e químicas de um objeto no céu.	Decomposição da luz Refração da luz Difração da luz (rede de difração) Linhas espectrais de absorção e emissão	Aula expositiva dialógica acompanhada da atividade experimental. Desenvolvimento e conclusão do roteiro da atividade Análise dos resultados obtidos nas observações espectrais Análise dos espectros de estrelas	Espectroscópio Lâmpadas de diversos tipos Sol
09/11			Aplicação do questionário IV-B (verificação de aprendizagem)	

Referências:


1. FILHO, Aurélio G.; TOSCANO Carlos. *Física Interação e Tecnologia*. Vol 2, 1ª edição, São Paulo, 2013.

2. NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, J. B. *Astronomia: ensino fundamental e médio*. Coleção Explorando O Ensino Fronteira Espacial. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009.





































APÊNDICE H – ATIVIDADES DAS FASES DA LUA

COLÉGIO ESTADUAL LANDULFO ALVES
ALUNO (A): *Chauise* TURMA: *B*

ORIENTAÇÃO: Pintar de preto a porção não visualizada da Lua diariamente.
INÍCIO DA OBSERVAÇÃO: *15 / 05 / 2015*

OBS: Caso você não observe a Lua no céu sinalize com o X. Ex: 

FASES DA LUA

RETA

CRESCENTE

CHEIA

MINGUANTE

APÊNDICE I - ATIVIDADE ESPECTROSCÓPIO SOLAR

CIDADANIA

ALUNOS: **JEFERSON E MICHELE** (Jefferson Paulo e Michele Santos)

ROTEIRO DE EXPERIMENTO - ESPECTROSCÓPIO SOLAR

OBJETIVO: Construir um aparato experimental para observar e analisar o espectro de luz visível de fontes luminosas como o Sol e lâmpadas diversas.

MATERIAL NECESSÁRIO:

- Uma caixa de papelão
- Disco de CD ou DVD
- Folha de papel preto fosco ou tinta preta fosca de secagem rápida.
- Lâminas de aparelho de barbear.

CONSTRUÇÃO:

Usamos redes de difração caseiras para construir o espectrômetro. Este é constituído por dois elementos importantes: um CD, que deve ser posicionado na caixa fazendo um ângulo de 60 graus em relação ao fundo da caixa, o qual separa a luz nas suas diferentes cores e uma pequena fenda no lado oposto da caixa, a qual produz um feixe estreito de luz. A fenda é feita num dos lados da caixa usando papel grosso e fita adesiva. Um modelo mais básico pode ser feito usando as duas lâminas de uma máquina de barbear descartável, que são colocadas viradas com as lâminas afiadas viradas uma para a outra. Se a fenda for demasiado larga, o espectro será difuso, e se for demasiado estreita, o espectro será demasiado tênue. Uma abertura de 0,2 mm deverá funcionar bem, mas o melhor é experimentar. A qualidade do espectro obtido é dependente da qualidade da fenda, mas o melhor, portanto esta deverá ser feita com cuidado. A Figura 40 mostra o esquema de construção do espectrômetro na visão lateral e frontal.

Figura 40: Esquema de construção do espectrômetro solar

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL: Conforme a Figura 40 direcione a fonte de luz a ser analisada para a fenda e observe pela janela de observação o espectro de luz formado após sua decomposição e completar o quadro conforme o primeiro exemplo mostrado no Quadro.

Quadro de preenchimento dos espectros observados no experimento

Fonte de Luz	Espectro		Imagem Observada	Características (Cores que se destacam)
	Contínuo (junto)	Separado (discreto)		
Vela	(x)	()		Violeta, anil, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho
Lâmpada Incandescente	(x)	()		Azul, laranja, amarelo e vermelho
Lâmpada fluorescente	()	(x)		Azul, verde, laranja e vermelho
Sol	(x)	()		Azul, verde, laranja e vermelho
Lâmpada Mista (logo ao liga-la)	()	()		
Lâmpada Mista (depois de aquecida)	()	()		
Lâmpada neon	()	()		
Lâmpada de vapor de mercúrio	()	()		Violeta, azul, verde, amarelo e vermelho
Lâmpada de vapor de sódio	()	(x)		Violeta, azul, verde, amarelo e vermelho

Fonte: Coleção Explorando o Ensino

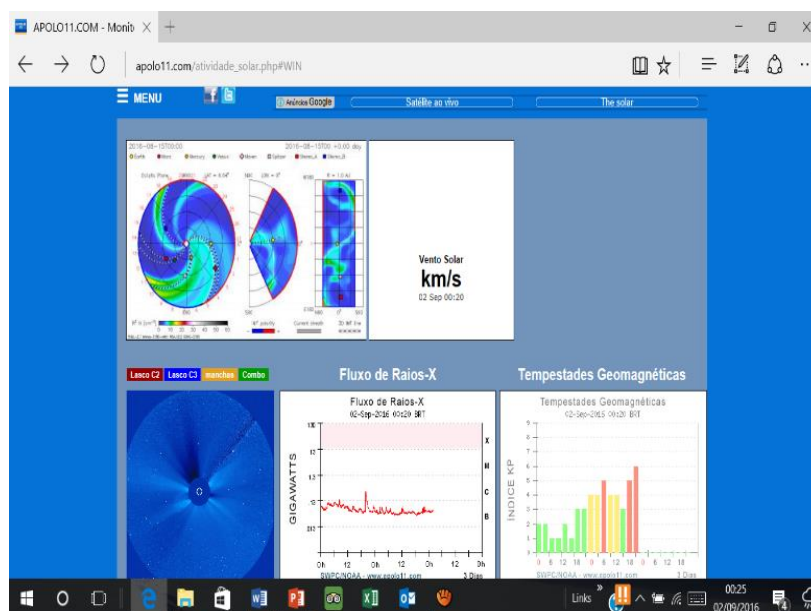
1. Analise o espectro observado para cada tipo de lâmpada destacando as diferenças e semelhança.
2. Pesquise a composição química gasosa ou sólida de cada fonte. Qual a relação que você chega a partir dos espectros observados?
3. Em algumas lâmpadas fluorescentes aparecem na embalagem a temperatura de 6000K. Como esta temperatura se relaciona com a cor da lâmpada? Qual a relação com o Sol?

ANEXOS

ANEXO A – ATIVIDADES DE COMPLEMENTAÇÃO

Acompanhamento da atividade solar através do Satélite SOHO (Solar and Heliospheric Observatory), realizada durante o monitoramento da emissão de ondas de micro-ondas do Sol.

The screenshot shows the homepage of APOLO11.COM. At the top, there is a navigation bar with links for 'Aviões Google', 'Satélite', 'Telescópio', 'Localizador', and 'Satélite'. Below this is a 'PGCast' section with a play button and the text 'Alertas e Boletins Diários' and 'ATIVIDADE SOLAR'. The main content area features several news items: 'Planeta-X: Crescem as evidências de novo planeta no Sistema Solar', 'Terremotos Intensos Forte terremoto sacode Alasca, a 83 km de Old Iliamna', 'Terremotos Intensos Forte terremoto atinge México, a 215 km de Tomatlan', and 'Terremoto no Brasil Terremoto de 3.4 pontos é registrado a'. There is also a 'Nivel dos Reservatórios' chart showing precipitation data for various locations.



**ANEXO B – DOCUMENTÁRIO *O SOL*. PRODUÇÃO: DISCOVERY CHANNEL
VÍDEO.**

