Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

INTITUTO DE FÍSICA – UFMS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

TAIRINE LEMES DIAS MACHADO

INTEGRAÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E ASTRONOMIA:
UMA ABORDAGEM NA PERSPECTIVA DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Campo Grande, MS
2016

TAIRINE LEMES DIAS MACHADO

INTEGRAÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E ASTRONOMIA: UMA ABORDAGEM NA PERSPECTIVA DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPEC da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências na Área de Concentração Ensino de Ciências Naturais, na Linha de Pesquisa: Ensino de Física Moderna e Contemporânea.

Orientador

Prf. Dr. Hamilton Perez Soares Corrêa

Campo Grande, MS

2016

INTEGRAÇÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E ASTRONOMIA:
UMA ABORDAGEM NA PERSPECTIVA DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Tairine Lemes Dias Machado

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do título Mestre em Ensino de Ciências à banca examinadora constituída dos seguintes membros:

Banca Examinadora:

_____

Prof. Dr. Hamilton Perez Soares Corrêa, Orientador
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

_____

Prof. Dr. Marcos Daniel Longhini
Examinador Externo
Universidade Federal de Uberlândia

_____

Prof. Dr. Wellington Pereira de Queiros
Examinador Interno
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

_____

Profª. Dr. Vera de Mattos Machado
Examinadora Suplente
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

“Dedico este trabalho a minha família, que sempre me deu apoio e incentivo para alcançar meus sonhos.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, a Jesus e ao Espírito Santo, por terem me dado do dom da vida, por me ensinarem o caminho da sabedoria e por terem me guiado, abençoado, e sustentado até aqui.

Agradeço a minha família:

Minha mãe Benedita, meu pai Milton e minha irmã Gislaine, meu sobrinho José Victor, pelo amor, carinho, dedicação, incentivo e apoio incondicional. Vocês são meu alicerce, e a causa de ter chegado até aqui, são um dadivoso presente de Deus.

Ao meu querido Carlos Cezar, por compreender muitas vezes minha falta de atenção, devido à dedicação aos estudos, e ser sempre um excelente e prestativo companheiro, carinhoso e amoroso, obrigada por estar ao meu lado.

Ao professor Hamilton Perez pelo apoio, ideias, ensinamentos, orientação, paciência e amizade durante todo o desenvolvimento deste trabalho e pesquisa no decorrer dos últimos anos. A minha formação acadêmica e profissional é reflexo da sua competência como professor e orientador, é difícil encontrar palavras para descrever o quanto foi, é , e sempre será importante para mim.

Meus colegas do Grupo Ciência, Educação e Popularização – CEP, Danylo, Ellen, Thiago, Paula e Vitor, pela amizade, apoio e ajuda. Vocês foram muito importantes durante esta longa caminhada.

Meus amigos e companheiros Viviane e João Bosco, os quais sempre estiveram ao meu lado, me apoiando direta e indiretamente, a amizade e carinho de vocês, fazem toda a diferença em minha vida.

Para ser sábio, é preciso primeiro temer a Deus, o Senhor.
(Livro dos Provérbios 9:10)

"Deus é capaz de criar partículas de matéria de diversos tamanhos e formas... e talvez de diferentes densidades e forças e, portanto, de variar as leis da natureza e fazer mundos de diversos tipos em várias partes do universo. Pelo menos não vejo contradição alguma em tudo isso."

(Isaac Newton)

RESUMO

Nas últimas duas décadas houve um crescimento das pesquisas em ensino de Física que visam à inserção e abordagem de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio, fato que tem refletido em vários currículos no âmbito nacional e regional que aos poucos vem fazendo inserções destes conteúdos. No que se refere a estratégias pedagógicas de ensino, é extremamente importante que sejam feitas de forma articulada e contextualizada tanto com a realidade do aprendiz quanto com a história da ciência. Como uma contribuição para as inovações das práticas de abordagens e com o acervo de materiais didáticos, voltados ao estudo de tópicos de FMC, este trabalho apresenta a proposta de um conjunto de atividades a partir do tema “Luz das Estrelas”, como estratégia para a abordagem de tópicos de FMC integrados a Astronomia. Nele são feitas as seguintes conexões de estudo, a Luz das Estrelas, o desenvolvimento da Espectroscopia e a Radiação do Corpo Negro. Fez-se uma aplicação com um grupo composto por alunos do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Campo Grande, pertencente à rede estadual do Mato Grosso do Sul. O trabalho é fundamentado em elementos da teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, como estratégia para o levantamento de dados foi usado questionários, e diário de bordo, e complementados por fotografias dos momentos de interações, os materiais textuais produzidos pelos alunos foram analisados a partir da Análise do Conteúdo Categorial. Os resultados mostram que, o conjunto temático de atividades pode ser considerado um material potencialmente significativo, as categorias levantadas, com base nos discursos escritos e citações dos cursistas, apontam indícios da construção de uma Aprendizagem Significativa.

Palavras-chave: Física Moderna e Contemporânea, Astronomia, Materiais didáticos, Aprendizagem Significativa.

ABTRACT

In the last two decades there has been a growth of research in Physics Teaching which aim to insertion and approach of topics of modern physics and contemporary (FMC) in Middle School, a fact which has reflected in several curricula at the national and regional level which gradually been doing inserts of these contents. As regards the teaching strategies of teaching, it is extremely important that arrangements be made to articulate manner and contextualized both with the reality of the apprentice as with the history of science. As a contribution to the innovations of the practices of approaches and with the acquis of didactic materials, directed to the study of topics of FMC, this work presents the proposal for a set of activities from the theme "Light of stars", as a strategy for the approach of topics of FMC integrated the Astronomy. In him the following connections are made of study, the light of the Star, the development of the spectroscopy and radiation from the black body. Became an application with a group composed of students of the 1, 2 and 3 year of secondary education in a public school in the city of Campo Grande, belonging to the network of the state of Mato Grosso do Sul. The work is based on the elements of the theory of meaningful learning of David Ausubel, as a strategy for data collection was used questionnaires and logbook, and complemented by photographs of moments of interactions, the textual materials produced by the students were analyzed from the Bardin's Content Analysis. The results show that the thematic whole of activities can be considered a potentially significant material, the categories raised, on the basis of the speeches written and citations of cursistas, indicate indications of the construction of a meaningful learning.

Keywords: Contemporary and Modern Physics, Astronomy, didactic materials, significant learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Espectroscópio montado.....40

Figura 02 – Modelos de Espectroscópio.....44

Figura 03 - Lâmpadas Fluorescente e Incandescente.....46

Figura 04 - Lâmpada de LED RGB.....47

Figura 05 - Tipos de Espectros.....50

Figura 06 - Tiras com as representações dos espectros.....53

Figura 07- Imagem da montagem do Simulador de Corpo Negro de Emissão....55

Figura 08 - Lâmpada usada halogênea no Simulador de RCN.....56

Figura 09 - Exemplos de corpos incandescentes.....58

Figura 10- Montagem do Simulador de RCN com suporte do DVD.....59

Figura 11 Projeção dos espectros gerados pelo Simulador RCN.....60

Figura 12 - Visão geral do simulador virtual Radiação do Corpo Negro.....62

Figura 13 - Cursistas construindo o instrumento.....,,..64

Figura 14 - Hipóteses propostas pelo do Grupo A.....68

Figura 15 - Proposta do Grupo B.....69

Figura 16 - Resultados obtidos pelo Grupo B.....71

Figura 17 - Proposta do Grupo C.....72

Figura 18 - Resultados Obtidos pelo Grupo C.....73

Figura 19 - Representações artísticas do Espectro Contínuo gerado pela lâmpada Incandescente.....79

Figura 20 - Representações artísticas do Espectro de Linhas e Emissão gerado pela lâmpada Fluorescente.....80

Figura 21- Cursistas durante o processo de experimentação com a lâmpada LED RGB.....81

Figura 22 - Representações artísticas do Espectro de Linhas e Emissão gerado pela lâmpada de LED.....81

Figura 23 - Cusistas observando a Luz do Sol por meio do Espectroscópio.....82
Figura 24 - Representações artísticas do Espectro de Absorção gerado pela lâmpada pelo Sol.....83
Figura 25 - Imagens dos espectros continuo, de emissão, e de absorção visualizados pelos cursistas.....84
Figura 26 - Cursistas comparando os espectros de Absorção e de Emissão.....85
Figura 27 - Medições do tamanho do *spot* de Luz e marcação de pontos para aferimento de corrente elétrica.....95
Figura 28 - Espectros projetados pelo Simulador de RCN.....97
Figura 29 - Espectro como os pontos marcados pelos cursistas.....98
Figura 30 - Representação feita pelos cursistas do Espectro Contínuo, projetado pelo Simulador de RCN.....99
Figura 31 - Representação da classificação das Estrelas de acordo com suas respectivas Temperaturas, feita pela cusista L.....101

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Dados obtido a partir da avaliação formativa: Tipos de Espectros.....86
Tabela 02 - Dados obtido a partir da avaliação formativa: Produção de linhas de Absorção.....88
Tabela 03 - Dados obtido a partir da avaliação formativa: Técnicas de Espectroscopia.....89
Tabela 04 - Dados obtido a partir da avaliação formativa 02: Questão 01.....100
Tabela 05 - Dados obtido a partir da avaliação formativa 02: Perguntas 2 e 3....102
Tabela 06 - Dados obtido a partir da avaliação formativa 02: Questão 04.....104

LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Estrutura geral do conjunto de atividades.....21

Quadro 02 - Concepções prévias iniciais apresentas pelos cursistas.....76

Quadro 03 - Concepção prévia inicial apresenta pelos cursistas sobre o conceito de Corpo Negro.....92

Quadro 04 - Concepções prévias referentes aos resultados iniciais, obtidos na experimentação com o Simulador de RCN.....96

Quadro 05 - Concepções apresentas pelos cursistas com relação ao conceito de Corpo Negro, na avaliação Formativa 02.....103

Quadro 06 - Aspectos que respondem a questão básica de pesquisa.....106

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....08
LISTA DE TABELA.....09
LISTA DE QUADROS.....10
1. INTRODUÇÃO 12
1.1 Ensino de Física e a Astronomia.....14
1.2 O Ensino de Física Moderna e Contemporânea.....16
1.3 O Conjunto Temático de Atividades.....19
2.OBJETIVOS.....22
2.1 Objetivo Geral e Objetivos Específicos.....22
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....23
3.1 Fundamentos da Teoria.....24
3.2 Estrutura Cognitiva e os Subsunçores.....27
3.3 Tipos de Aprendizagem Significativa.....29
3.4 Organizadores Avançados 30
3.5 Avaliação da Aprendizagem Significativa 31
4. DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO.....34
4.1 Público Alvo.....34
4.2 Instrumentos de Coleta de Dados 35
4.3 Análise dos Dados.....36
5. METODOLOGIA PEDAGÓGICA 38
6. ANÁLISE E RESULTADOS.....64
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 107
8. REFERÊNCIAS.....112
APÊNDICE A – TERMO DE ASSENTIMENTO.....114
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....116
APÊNDICE C – AVALIAÇÃO FORMATIVA 01.....118
APÊNDICE D – AVALIAÇÃO FORMATIVA 02 119
APÊNDICE E - ARTIGO PUBLICADO NO III SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA (SNEA).....121
APÊNDICE F – ARTIGO PUBLICADO NA I MOSTRA DE MATERIAIS DIDÁTICOS DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS– PPEC/UFMS.....131

APÊNDICE G - RESUMO PUBLICADO NO 18º ENCONTRO NACIONAL DE ASTRONOMIA – ENAST.....138

1. INTRODUÇÃO

Por meio do Ministério da Educação e Cultura (MEC), o Governo Federal faz a regulamentação da educação brasileira, indicando que é responsabilidade de cada estado e município a criação de programas educacionais, a formulação de orientações e estratégias para alcançar os objetivos e metas traçados, seguindo os parâmetros estabelecidos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB n. 9.394, de 1996.

O estado de Mato Grosso do Sul tem sedimentado o ensino fundamental e médio, por meio de um currículo desenvolvido pela Secretaria de Estado de Educação (SED), o Referencial Curricular da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul (RCMS). Este foi desenvolvido de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (Resolução CNE/CEB n. 4, de 13/07/2010), conforme consta no próprio referencial (Matogrosso do Sul, 2012). Os professores da rede estadual são orientados pela SED a usarem este material para o desenvolvimento de seus planejamentos. No documento, são apresentadas visões gerais e específicas do ensino, da aprendizagem, de habilidades e competências, focadas no desenvolvimento do educando, além de dispor os conteúdos e tópicos distribuídos em cada ano do ensino básico.

Em 2011, o RCMS passou por um processo de atualização, visando atender as expectativas de aprendizagem dos estudantes, conforme é afirmado em suas páginas iniciais. No que se refere à disciplina de Física, houve uma reformulação dos conteúdos propostos, com a introdução de novos tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Os conteúdos relacionados a esse ramo da Física, presentes nos três anos do Ensino Médio (EM), são: no primeiro ano - Buracos Negros, no segundo ano - Espectroscopia, Luz como Partícula e no terceiro ano - o Efeito Fotoelétrico e Partículas Elementares.

Iniciativas de inserção de FMC nos currículos de EM têm acontecido em nível nacional, acompanhado dos crescentes números de trabalhos acadêmicos voltado às áreas de Ensino de Ciência e Ensino de Física. Na ultima década do século XX e início do século XXI, pesquisadores como Terrazan (1992), Pinto e Zanetic (1999), Laburú et. al.(1998), Valadares e Moreira (1998), Ostermann e Moreira (2000 e 2001), já

discutiam a necessidade de mudanças e inovações nos conteúdos físicos abordados e nas metodologias pedagógicas adotadas. No início da década de 1990, Terrazan defendeu a importância de um currículo de física atualizado, quando afirmou que:

> A influência crescente dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo, define, por si só, a necessidade de debatermos e estabelecermos as formas de abordar tais conteúdos na escola de 2º grau. (TERRAZAN, 1992).

Tendo em vista que a maior parte das tecnologias presentes na sociedade atual e os modelamentos científicos, que explicam os comportamentos de fenômenos naturais complexos, serem sedimentados em princípios da Física desenvolvida a partir do século XX, é indispensável a discussão de tópicos desta parte da disciplina nas salas de aula do EM. Apesar das atualizações realizada em 2011 no documento RCMS, ainda apresenta-se uma predominância de tópicos e conceitos centrados na Física Clássica (aproximadamente 94%), ou seja, a FMC ainda é pouco abordada nas salas de aula da rede estadual.

Mediante desta realidade regional, vale ressaltar uma ideia defendida pelo professor João Zanetic, parafraseada por Laburú et. al. (1998) da seguinte forma: “devem os alunos secundaristas estudar a física moderna (ou contemporânea) do século XX; antes que ela se acabe”. O século XX acabou e a sociedade vive hoje, dias do século XXI, porém, ainda trava-se uma luta para que conceitos desenvolvidos no início do século passado cheguem as salas de aula. As pesquisas cientificas caminham a passos largos, enquanto o ensino de Física caminha lentamente.

A barreira entre a Física aplicada nas tecnologias e pesquisas vigentes e a Física ensinada no ensino médio precisa ser transposta, pois ainda parecem duas realidades distintas. Uma vez que os tópicos estudados em sala de aula não explicam de forma satisfatória, boa parte da realidade dos alunos, ou seja, não faz parte de suas experiências com o mundo, e este é um dos fatores que gera desmotivação e enfado, colaborando para o insucesso no processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, o PCN aponta que:

> O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado (BRASIL, 2000).

Portanto, pode-se dizer que há um longo caminho a ser percorrido em termos de inovações curriculares para que a Física apresentada aos alunos do EM ofereça subsídios que permitam aos educandos compreender o mundo atual. O que é um dos deveres do ensino de Física de acordo com (Brasil, 2006).

1.1 Ensino de Física e a Astronomia

Nas Orientações Curriculares Nacionais (OCN) e nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), encontram-se orientações referentes aos papéis do ensino de Física no EM, sendo um deles explorar a Física como Cultura. Esta compreensão aponta diretamente para uma das responsabilidades da escola, a de assegurar aos educandos o direito de se apropriarem dos conhecimentos e saberes, que têm sido produzidos historicamente pela ciência, e que influenciam direta e indiretamente a história da sociedade.

A Física tem uma relação muito forte com a Astronomia, esta que durante muito tempo esteve longe das discussões das salas de aula. O PCN+ sugere incorporar tópicos de Astronomia no currículo da escola média, tendo em vista sua importância para a reflexão do relacionamento entre o educando e o universo no qual se insere, fundamental para seu desenvolvimento como cidadão crítico e atuante em sua realidade.

No documento são propostos seis temas, para uma possível organização do ensino de Física no EM, sendo um destes focado em elementos ligados à Astronomia, intitulado como Universo, Terra e Vida. Este tema se desdobra em três subtemas ou unidades: Terra e Sistema Solar, O Universo e sua Origem e Compreensão Humana do Universo.

A Astronomia se apresenta aos pouco nas salas de aula das escolas públicas do Mato Grosso do Sul, Machado e Corrêa (2014) apontam que no RCMS, tópicos de Astronomia encontram-se alocados principalmente nos anos iniciais do ensino fundamental, na disciplina de Ciências da Natureza e no EM são abordados os conceitos de Gravitação e Buracos Negros, no primeiro ano na disciplina de Física. Apesar de não explicitado diretamente no currículo desta disciplina, o mesmo abarca vários conceitos que permitem fazer a conexão entre Física e Astronomia.

Pesquisadores têm desenvolvido trabalhos focados não na inserção de conceitos de Astronomia no currículo da escola média, mas sim, em aproveitar os conceitos Físicos já inseridos e integrá-los a tópicos de Astronomia, trazendo, desta forma, a discussão desta para as salas de aula. Outra estratégia são os trabalhos focados em cursos de Astronomia e Astrofísica, que também trabalham a integração dos conceitos, mas acontecem fora do ambiente formal de sala de aula. Exemplos destes tipos de trabalhos são relatados a seguir.

Silva e Allen (2013) relatam sobre o desenvolvimento de um projeto no qual realizaram três aulas com alunos do 2º ano do EM de uma escola pública, integrando os temas Ressonância e Asteroides. A partir desta experiência, os autores propõem um roteiro instrucional voltado aos professores de EM, com foco na integração de conceitos de Física e Astronomia.

Rodrigues et. al (2013) apresentam uma pesquisa qualitativa a partir da aplicação do minicurso, "Curso de Astronomia", realizado durante 10 semanas com aluno de EM de escolas públicas e particulares de Ilha Solteira. A proposta do curso foi discutir tópicos de astronomia e Física de forma conjunta, como Mecânica Celeste e as Leis de Kepler e Lei da Gravitação Universal, Aparelhos Astronômicos e o Conceito de Luz, Reflexão, Refração, Espelhos Planos e Côncavos, Lentes Convergentes e Divergentes, Estrelas e Galáxias com Espectroscopia e Relatividade.

Oliveira e Langhi (2012) elaboraram e aplicaram uma sequência didática a partir do tema Poluição Luminosa, visando uma conscientização socioambiental. Dentre as atividades, realizaram observações do céu noturno, para discutir os efeitos da poluição, e para explorar mais intensamente o tema, abordaram conceitos como: Luz, Fontes de Luz, Propagação Retilínea, Sombra e Penumbra.

Machado e Corrêa (2014) trazem a proposta de um roteiro de atividade composto por 10 aulas, com o tema "Nascimento das Estrelas", para explorar o conceito da Gravitação Universal, abordado a partir da discussão do Colapso Gravitacional e da Teoria Nebular. Em segundo plano, o conceito de Fusão Nuclear é discutido vinculado ao processo de produção de energia das estrelas.

Marranghello e Pavani (2011) apresentam uma proposta de sequência didática para integração entre Física Moderna e Astronomia, estabelecendo ligações do tipo, a Lei de Hubble com o Efeito Fotoelétrico, as Temperaturas das Estrelas com tópicos de

Espectroscopia e a Lei da Radiação de Planck. Os autores afirmam que a abordagem dos conceitos está vinculada a atividades práticas, dentre as quais é dada uma ênfase na observação do céu e no uso de máquinas fotográficas digitais para registrar imagens relevantes para as discussões.

Bernardes et al. (2006) propõem a construção artesanal de um telescópio refletor Newtoniano, como ferramenta para o ensino de astronomia e a exploração de conceitos ópticos, como imagens em Lentes e Espelhos, Aberrações Esféricas e Cromáticas, Interferência e Difração. Os autores relatam o procedimento de construção desenvolvido por alunos de graduação do curso de licenciatura em física da UNESP de Bauru/SP, e as discussões teóricas ao longo do processo, assim como, exploram as possibilidade de uso deste tipo de telescópio para abordar fenômenos Físicos nas salas de aula de Ensino Fundamental e Médio.

As iniciativas de trabalhos de pesquisa voltados a conexão entre a Física e a Astronomia estão em crescimento, porém, a maior parte das publicações voltadas ao Ensino de Astronomia trata os conceitos astronômicos sem dar muita ênfase aos conceitos Físicos relacionados. Cabe ressaltar também, que a maioria dos trabalhos desta área tratam especialmente da astronomia de posição e a mecânica celeste, até mesmo os trabalhos que trazem propostas de conexão entre as duas áreas, Física e Astronomia, estão voltados em sua maioria a explorar conceitos da Física Clássica (FC), como pode ser visto nos exemplos citados.

Nas propostas apresentadas, pode-se destacar que o comprometimento da maioria dos trabalhos está voltada a aspectos somente do ensino, porém, se faz necessário avaliar mais fortemente os indícios de aprendizagem dos alunos, no que se refere aos conceitos Físicos e Astronômicos estudados e averiguar a potencialidade das metodologias pedagógicas adotadas para esta finalidade.

1.2 O Ensino de Física Moderna e Contemporânea

Além da inovação curricular, outra questão, tão importante quanto, está relacionada às estratégias de metodologias pedagógicas adotadas no processo de ensino e aprendizagem. Segundo a OCN cabe ao ensino de Física despertar nos educandos o espírito investigativo e questionador, e para que isto ocorra, é preciso

adotar novas estratégias pedagógicas e materiais didáticos que permitam o exercício da contextualização, da motivação, da dinâmica, do raciocínio, da experimentação, da emoção, do prazer e da autonomia.

Atualmente, os trabalhos de pesquisa voltados à inserção e abordagem de tópicos de FMC no EM têm ganhado força, e definem uma linha de pesquisa consolidada, como afirmam Monteiro et. al (2013). A seguir, é apresentada uma pequena mostra de trabalhos, publicados em anais de eventos e revistas da área de ensino de ciências e ensino de Física, voltados ao desenvolvimento de novos recursos e estratégias pedagógicas, para o ensino de FMC em nível médio.

Pereira e Ostermann (2009) propõem a introdução de temas de Física Quântica no EM por meio de um software, desenvolvido pelo grupo de pesquisa dos autores, que simula uma bancada virtual do interferômetro de Mach–Zehnder, partindo da óptica ondulatória clássica até conceitos da Física Quântica. Os autores discorrem sobre aspectos da montagem e funcionamento do experimento, e orientam possíveis procedimentos para o desenvolvimento da experimentação, além de, discutirem interpretações filosóficas da Física Quântica e enfatizam a facilidade do uso do simulador nas salas de tecnologias das escolas públicas.

Pessanha al (2009) apresentaram em seu trabalho a proposta de um experimento que trata a diferença entre a Reflexão e a Absorção da Luz Visível, em corpos claros e escuros, cujo acesso é feito a distância, via ambiente web. Ele foi desenvolvido para demonstrar aspectos qualitativos na interação entre radiação luminosa e os tipos de corpos citados. Os autores relatam sobre os softwares desenvolvidos para dar suporte a experimentação virtual, apresentaram os materiais utilizados e a montagem desenvolvida, explicaram como o procedimento experimental pode ser controlado pelos estudantes via web, assim como as possibilidades de interação entre alunos e professores através de ferramentas do ambiente, afirmam que os testes realizados indicam o bom funcionamento dos softwares e sucesso no desenvolvimento da experimentação virtual.

Paiva et. al (2013) relatam experiências positivas do projeto temático “Atualização Currículos de Física no Ensino Médio de Escolas Estaduais: a Transposição das Teorias Modernas e Contemporâneas para a Sala de Aula”, realizado em parceria com a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, e o Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física da Faculdade de

Educação da USP - LAPEF, que apresenta uma aula, na qual foi desenvolvida uma atividade analógica e investigativa sobre o espalhamento das partículas alfas. Nela, enfatizam a importância da linguagem oral, gestual e representações do fenômeno estudado por meio de desenhos.

Júnior et. al (2013) trazem a proposta e a análise de quatro aulas de uma sequência de ensino voltada à natureza e ao comportamento da luz, em especial o conceito de fóton, durante as quais foram aplicadas um conjunto de atividades experimentais investigativas, destacando-se o estudo do experimento de Mach-Zehder.

Silva e Assis (2012) apresentam a proposta de um experimento de natureza qualitativa, construído a partir de materiais de baixo custo, denominado "Ouça seu controle remoto!", para a abordagem conceitual do efeito fotoelétrico, de forma integrada as tecnologias presentes no cotidiano dos alunos, usando estratégias que visam despertar curiosidade e gerar motivação no processo de ensino e aprendizagem.

Machado e Nardi (2007) descrevem uma proposta didática desenvolvida a partir de um sistema hipermídia, voltado à introdução de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio, tais como, Teoria da Relatividade e Fenômenos Nucleares, vinculados à relação entre massa e energia. O recurso didático também aborda temas tecnológicos, sociais, históricos e filosóficos, focando na alfabetização científica e na construção de uma aprendizagem significativa.

Meggiolaro e Betz (2012) discutem os resultados obtidos a partir da aplicação de uma proposta pedagógica, na qual se adotou como estratégia de ensino a construção de uma planilha eletrônica para o estudo dos conhecimentos relacionados à Radiação do Corpo Negro, desenvolvido com uma turma do 3º ano do ensino médio.

Estes exemplos de trabalhos, assim como grande parte das publicações voltadas ao desenvolvimento de matérias e métodos para inserção da FMC, podem ser classificados em dois grupos. O primeiro é composto por aqueles que apresentam recursos pedagógicos, como: sequências de ensino, experimentos, ambientes web, vídeos, simuladores, planilhas eletrônicas, hiper textos, etc ; propondo a descrição do recurso e discutindo suas potencialidades para o ensino de Física, sendo que alguns chegam a discutir testes realizados com a preocupação de avaliar os recursos em si.

O segundo grupo é composto por trabalhos que apresentam recursos pedagógicos e discutem sua aplicação em ambientes formais ou não formais de

ensino. Estes apresentam uma preocupação maior com a aprendizagem dos alunos, ou seja, o foco não está no recurso em si, mas no uso deste com ferramenta que auxilie ou promova a construção de um ambiente de ensino e aprendizagem.

Este trabalho de pesquisa visa colaborar com o acervo de trabalhos voltados ao desenvolvimento de materiais e estratégias pedagógicas, para a inserção e ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM). Trata-se da produção e aplicação de um conjunto de atividades, voltadas a abordagem dos conceitos de Espectroscopia e Radiação de Corpo Negro por meio da temática Astronômica “Luz das Estrelas”, tendo com subsídio elementos da teoria da aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel. A questão que se propõem responder é: Em quais aspectos o conjunto temático de atividades "O estudo de tópicos de FMC por meio de investigação sobre as estrelas" pode contribuir, para que alunos do Ensino Médio tenham uma Aprendizagem Significativa dos conhecimentos vinculados a Espectroscopia e Radiação de Corpo Negro?

A seguir é discutido com mais profundidade a temática escolhida como pano de fundo para a abordagem dos conceitos de FMC, estudados por meio das atividades propostas, assim como, a estrutura geral do conjunto.

1.3 O Conjunto Temático de Atividades

De acordo com Rita e Dias (2008), a Astronomia desperta o interesse de pessoas das mais diversas idades, sendo fundamental a abordagem desta no EM, visando uma formação que propicie aos alunos condições de interagir com a *"dinâmica do universo"*. Gomide e Longhini (2012) destacam que a Astronomia gera questionamentos e curiosidades nos alunos, para Langhi (2009), esta assume um papel motivador no ambiente escolar, conforme afirmado pelo autor no trecho a seguir:

> Nas escolas, a Astronomia promove este excitante papel motivador, tanto para os alunos como para os professores, pois, ao tocar neste assunto, a maioria dos jovens costuma desencadear uma enxurrada de perguntas sobre buracos negros, origem do universo, vida extraterrestre, tecnologia aeroespacial etc. (LANGHI, 2009, p. 10)

O conjunto de aspectos levantado sobre a abordagem da Astronomia no EM, mostra que esta apresenta-se como uma excelente porta de entrada para os mais

variados conceitos tratados no ensino regular, especialmente conceitos da Física, tendo em vista a grande conexão entre essas duas áreas do conhecimento. Desta forma, buscou-se na Astronomia uma temática que desse suporte para abordar de forma contextualizada e motivadora os conceitos de FMC contemplados nesta pesquisa, tópicos de Espectroscopia e Radiação de Corpo Negro (RCN).

A temática escolhida para o conjunto de atividades foi “Luz das Estrelas”, uma vez que as estrelas fazem parte da vivência dos alunos, a própria vida terrestre esta diretamente ligada à existência de uma estrela (o Sol). A característica mais expressiva do Sol e demais estrelas é sem dúvida sua Luz, cujo estudo permite obter várias informações acerta destas, tais como, composição química, temperatura, tempo de vida, energia produzida, etc. Sobre a importância do estudo da Luz na Astronomia J. E. Horvath (2008) diz:

> A imensa maioria do conhecimento que hoje temos do Sistema Solar, da galáxia e do Universo é devida ao estudo da luz dos corpos celeste. Assim, é muito importante analisar o desenvolvimento das idéias a respeito da luz e o estado atual das pesquisas, [...] (HORVATH, 2008, p. 89)

A partir do desenvolvimento das técnicas de Espectroscopia por Robert Bunsen e Gustav Kirchhoff em meados do século XIX, a Química, a Física e a Astronomia tiveram um grandioso crescimento. O uso dessas técnicas permitiu, dentre outras coisas, fazer a classificação das estrelas conhecidas pelo estudo das linhas de hidrogênio e de alguns metais presentes na atmosfera estelar. Outro trabalhado que contribuiu muito para o entendimento do comportamento das estrelas foi o de Max Planck, no início do século XX, sobre Radiação de Corpo Negro. Ao olhar as estrelas como um Corpo Negro de Emissão, é possível determinar, por exemplo, sua temperatura a partir de sua cor aparente.

Desta forma, pode-se dizer que a temática escolhida permite fazer uma abordagem desde os conceitos Clássicos sobre a Luz até as ideias modernas relacionadas a esta, em outras palavras, é possível trilhar um caminho que mostre a evolução conceitual da FC até a FMC de forma contextualizada.

O trabalho foi realizado durante 17 encontros. A íntegra das propostas das atividades está disponível no produto educacional que acompanha esta dissertação. No quadro 01 é apresentada uma visão geral das atividades desenvolvidas com os alunos.

Quadro 01 - Estrutura geral do conjunto de atividades

Encontro	Atividade
1º	Montagem de um Espectroscópio de baixo custo.
2º	Manipulação, exploração e construção de uma proposta sobre as potencialidades de uso do Espectroscópio.
3º	Socialização e demonstração da proposta referente ao uso do Espectroscópio construído.
4º	Leitura e discussão do texto "Identidade dos elementos químicos".
5º	Observação de fontes de luz com o Espectroscópio: Lâmpadas fluorescente e incandescente.
6º	Observação de fontes de luz com o Espectroscópio: Lâmpada de LED RGB.
7º	Observação de fontes de luz com o Espectroscópio: Sol.
8º	Discussão dos resultados obtidos durante as observações e leitura do texto "Espectros e a Espectroscopia".
9º	Roda de discussões sobre o tema "Conhecendo melhor a Natureza da Luz"
10º	Aplicação de técnicas de Espectroscopia
11º	Avaliação Formativa 01.
12º	Interação e manipulação com o Simulador de Radiação do Corpo Negro (RCN).
13º	Leitura e discussão do texto "Radiação do Corpo Negro" e início da experimentação com o Simulador de RCN.
14º	Experimentação com o Simulador de RCN: Investigando a relação entre cor de Luz (Comprimento de Onda) e Corrente elétrica.
15º	Discussão e construção de uma proposta de explicação dos resultados obtido na experimentação com o Simulador de RCN.
16º	Experimentação Virtual (Análise do Gráfico de RCN): Explorando a relação entre a Temperatura e a cor de Luz emitida por um corpo.
17º	Avaliação Formativa 02.

A aplicação do conjunto de atividades, "O estudo de tópicos de FMC por meio de investigação sobre as estrelas", se deu por meio de um curso intitulado "Estudando as Estrelas", oferecido na modalidade presencial em contra turno, para os alunos do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio da escola Maria Constança Barros Machado, pertencente à rede estadual do estado de Mato Grosso do Sul. Neste texto é apresentada e discutida a metodologia e as estratégias pedagógicas adotadas, para aplicação das atividades do conjunto temático de atividades, e os procedimentos investigativos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Estudar o processo de aprendizagem dos estudantes do Ensino Médio sobre os conceitos de Espectroscopia e Radiação de Corpo Negro, tendo como pano de fundo a temática estrelas em uma estratégia didática de ensino centrada em elementos da teoria de aprendizagem de David Ausubel.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar a significação atribuída pelos alunos à temática escolhida.
- Sondar a existência de conceitos subsunçores necessários para ancorar os novos conceitos estudados.
- Identificar o nível de interação dos alunos com os materiais e atividades apresentados.
- Sondar a motivação dos alunos durante o processo de desenvolvimento das atividades.
- Verificar no discurso dos alunos, indícios da assimilação dos conceitos estudados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo de uma formação acadêmica em qualquer curso de licenciatura, o futuro professor tem a oportunidade de conhecer diferentes teorias do conhecimento, ou teorias de ensino e aprendizagem de diferentes vertentes, dentre as quais pode-se citar como exemplo a proposta por Jean Piaget, conhecida como teoria da Epistemologia Genética, a teoria da Mediação ou Sócio -Cultural, desenvolvida por Lev Vygotsky, o Método Paulo Freire, centrado no Ensino Problematizado por meio de Temas Geradores e a teoria Cognitivista de David Ausubel, a chamada Teoria da Aprendizagem Significativa.

Em minha formação inicial não foi diferente; tive contato com todas as teorias acima citadas e várias outras, no entanto, uma delas teve maior influência na construção de minha bagagem de saberes, sendo esta a teoria cognitivista de David Ausubel. Uma parte razoável de meus professores vieram de uma escola Ausubeliana e estruturavam suas aulas com base em elementos desta teoria, isso tanto em disciplinas de Física como em disciplinas Pedagógicas, com forte motivação dos exemplos concretos vivenciados, acabei por adotar a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) para subsidiar a maior parte de minhas aulas de regência durante o estágio supervisionado, e posteriormente, meu trabalho de conclusão de curso.

No programa de mestrado profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, assim como nos demais programas de mestrados profissionais nacionais, é solicitado aos mestrandos o desenvolvimento de um produto educacional. Tendo em vista a utilização deste recurso como estratégia para promoção de inovações pedagógicas faz-se necessário que o produto esteja fundamentado em uma ou mais teorias de ensino e aprendizagem, em especial de caráter construtivista.

Diante disso, ao ingressar no programa, tive duas fortes motivações na escolha do referencial para fundamentar a construção do produto educacional, e a metodologia pedagógica adotada para apresentação e condução deste, em um ambiente de ensino e aprendizagem. A primeira foi a oportunidade de dar continuidade e aprofundar o trabalho que já havia iniciado durante a graduação, seguindo elementos da TAS, a segunda deve-se ao fato desta teoria enfatizar a importância do uso de materiais que sejam potencialmente significativos, que vão ao encontro da proposta que é a produção de materiais e o estudo de sua utilização, como estratégia para ensino de FMC em conexão com Astronomia, visando a aprendizagem dos alunos.

No entanto, cabe ressaltar que para um estudo mais sistemático do processo de desenvolvimento da aprendizagem dos alunos, é necessário considerar uma gama de fatores (aspectos socioculturais, epistemológicos, autonomia, motivações intrínsecas dos indivíduos, interação com o professor) que não serão abarcados em sua totalidade neste trabalho, tendo em vista as finalidades do mesmo, o tempo disponibilizado para o desenvolvimento e análise dos resultados e as limitações da TAS.

3.1. Fundamentos da Teoria

A situação a ser apresentada exemplifica um ambiente de ensino, no qual os alunos estão propensos a desenvolver uma aprendizagem mecânica, de acordo com a teoria proposta por David Ausubel, discutida e complementada por Moreira (2012).

Um professor de “história” trabalha com seus alunos certo conteúdo, como por exemplo, “sistema feudal”, usando como metodologia apenas leitura de textos e discussões conceituais arbitrárias (no sentido de não se importar, ou pouco se importar com as concepções que os alunos têm acerca das novas informações discutidas), ao aproximarem-se as avaliações, orienta seus alunos a estudarem as páginas 10 a 35 do livro didático referente ao conteúdo ministrado. Na avaliação, as questões propostas não exploram situações novas, a fim de desafiar os alunos e estimular o senso crítico, exigindo como resposta apenas extrações diretas dos textos estudados.

As estratégias de ensino e avaliação supostamente adotadas oferecem margem para reforçar a memorização, no sentido de que, se os alunos apenas “decorarem” algumas partes dos textos estudados, como nomes, datas importantes, características, entre outros aspectos, eles têm grandes possibilidades de alcançar uma nota alta, o que neste caso não é suficiente para garantir uma apropriação de conhecimento ou informações por parte dos alunos.

A aprendizagem mecânica acontece quando os conceitos, tópicos, ou informações apresentadas e discutidas no ambiente de ensino, não tem, ou tem pouquíssimo significado para o educando, ou seja, faz pouca ou nenhuma relação com seus conhecimentos prévios.

É possível estender o exemplo do ensino de história para todas as áreas da educação, como geografia, matemática, arte, química, biologia entre outras. No contexto da física, um ambiente de ensino que pode levar os alunos a uma aprendizagem mecânica, pode ser exemplificado da situação seguinte :

Com o auxílio de um projetor de imagens o professor de física do Ensino Médio mostra a seus alunos um simulador sobre o experimento do “efeito fotoelétrico”, na sequência, inicia a apresentação dos conceitos envolvidos, sem explorar situações do cotidiano dos alunos que ofereçam condições para contextualização do conceito a ser estudado, e sem explorar a importância histórica do experimento visualizado, para o desenvolvimento da ciência.

Em sua exposição, o professor apresenta aos alunos a teoria aceita pela comunidade científica, introduzindo formalmente as equações relacionadas ao efeito, o gráfico correspondente e suas respectivas características. Dando sequências as atividades, passa uma lista de exercícios contendo apenas problemas que podem ser resolvidos a partir da aplicação direta das fórmulas, e anuncia os conceitos estudados e suas características. Referente à avaliação, propõe aos alunos que resolvam, sem consulta aos materiais didáticos de apoio, alguns exercícios retirados da lista, que já havia sido resolvido em sala, sem apresentar nenhuma situação desafiadora, ou de aplicação do conhecimento estudado.

Tanto o exemplo do ensino de história quanto do ensino de física, representam contextos que podem ser considerados ambientes tradicionais de ensino. Considerando que o problema não está no desenvolvimento de aulas expositivas verbais, e sim em submeter os alunos a uma papel puramente pacífico no processo de ensino e aprendizagem, descartando seus conhecimentos prévios, e na adoção de estratégias pedagógicas que excluem, ou deixam margem a contextualizações cotidiana, histórica e discussões sobre aplicações dos conceitos, ideias e informações estudadas, e suas respectivas consequências.Sobre a aprendizagem expositiva verbal, Ausubel (2003) defende que a mesma deve ser ativa, e que certos parâmetros devem ser considerados:

> [...] a aprendizagem por recepção verbal não é necessariamente memorizada ou passiva (tal como o é frequentemente na prática educacional corrente), desde que se utilizem métodos de ensino expositivo baseados na natureza, condições e considerações de desenvolvimento que caracterizam a aprendizagem por recepção significativa. (AUSUBEL, 2003, p. 5)

Em um ambiente escolar de natureza similar ou idêntica a dos exemplos citados tradicionais , é comum encontrar alunos que estudem apenas para tirar “notas” nas avaliações, que aprendem os conteúdos ministrados de forma mecânica. Infelizmente, é o que acontece por inúmeras vezes no ensino de física, como consequência de

metodologias que apresentam conceitos e fórmulas vazias de significado para os alunos. Acerca dessa situação Moreira (2011, p. 31) diz que: “A aprendizagem mecânica é aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida, apagada, logo após”.

No entanto, não se pode afirmar que em um ambiente tradicional de ensino ocorrerá somente aprendizagem mecânica. Se por alguma razão, o aluno que está no processo de ensino e aprendizagem dá significado aos conceitos, ou informações que estão sendo apresentados a ele, e decide aprender, então poderá construir o que David Ausubel chama de Aprendizagem Significativa.

Moreira (2011) enfatiza que duas condições são cruciais para que a aprendizagem significativa possa acontecer; são elas:

1) O material de aprendizagem (livros, aula, aplicativos...) deve ser potencialmente significativo.

2) O aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.

Se o aluno apresenta predisposição para aprender, fica mais fácil satisfazer a primeira condição, partindo da premissa que o aprendiz é quem irá interagir com o material de aprendizagem e lhe computar significados.

Até aqui foi discutido, com base na teoria ausubeliana, a tendência de aprendizagem em um ambiente tradicional de ensino, que é a aprendizagem mecânica, fazendo uma resalva das condições que possibilitam o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa dentro desta realidade. É preciso um esforço considerável da parte do aluno, o que não acontece na maioria das vezes, até mesmo por falta de orientação e mediação do professor.

O cerne da teoria de Ausubel é a Aprendizagem Significativa (AS), a proposta é que esse tipo de aprendizagem ocorre quando um novo conhecimento interage de forma substantiva e não-arbitrária com os conhecimentos prévios do sujeito.Para elucidar melhor alguns termos usados para esta definição de AS, podem-se destacar as seguintes palavras de Moreira:

> Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé da letra, e não-arbitraria significa que a interação não é como qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2011, p. 11)

Desta forma, faz-se necessário repensar algumas ações dentro do ambiente de ensino e a adoção de estratégias pedagógicas que visem facilitar a construção de uma AS. O ato de aprender não pode ser resultado de um esforço demasiado, apenas por parte do aluno, que por diversas razões quer aprender algo, ou do professor que se propõe a ensinar. É preciso uma ação conjunta na qual professor e aluno cooperam para a construção de um saber.

Nesta concepção, o professor assume uma posição próxima á mediação, uma postura diferente da adotada convencionalmente, pois ora deve prestar uma assistência na forma de orientação, e ora na forma de incitação. Portanto seu olhar para os alunos não pode ser o de quem pretende “transmitir” de forma impositiva uma informação, conceito ou fórmula, que considera importante para a compreensão da disciplina lecionada.

O aluno deve ser visto como um indivíduo que possui experiências com a família, com o mundo cotidiano e com a própria escola, em decorrência disso, sua “mente” é constituída por conhecimentos prévios sobre os mais variados assuntos. E quando se fala em ambiente de ensino e aprendizagem, tais conhecimentos não podem ser ignorados, pelo contrário, na visão de Ausubel (2003), afirmada por Moreira (2011), o conhecimento prévio do aluno é sem dúvida, o fator que mais influencia a aprendizagem.

3.2 Estrutura cognitiva e as Subsunções

Partindo da proposição que os conhecimentos prévios dos alunos influenciam diretamente a construção do conhecimento, ao se propor o ensino de um novo conteúdo, o caminho mais adequado a ser seguido é partir daquilo que o aluno já sabe, ou seja, aquilo que ele atribui significado e está incorporado em sua “mente”, mesmo que inicialmente tais conhecimentos não estejam totalmente em consonância com o novo conceito que se pretende estudar.

De acordo com Ausubel (2003) os conhecimentos prévios devem servir de “âncora”, de suporte ao novo conceito que está sendo estudado; neste sentido, não é qualquer conhecimento que irá interagir com o conhecimento novo, mas somente aqueles que forem relevantes e permitam a interação, de forma que o novo conceito se

torne significativo para o sujeito, e assim seja “ancorado” em sua “mente”. Tais conhecimentos o autor denomina subsunçores, ou ideias-âncora.

O que até o momento foi chamada de “mente”, pode ser entendida como estrutura cognitiva, sendo esta constituída por um conjunto de subsunções, que se relacionam, e a partir dos quais, novos conceitos podem ser assimilados, vindo a compor e modificar esta estrutura, que possui caráter dinâmico e organização hierárquica. A assimilação de um novo conceito na estrutura cognitiva de um sujeito é um processo complexo, que vai além de aprender Significativamente. Na verdade quando isso acontece, é apenas o inicio da primeira fase deste processo, do qual podem-se destacar duas vias principais: **diferenciação progressiva** e **reconciliação integradora**.

Diferenciação progressiva acontece quando a interação entre o subsunçor de um novo conhecimento é de tal forma, que o subsunçor é modificado adquirindo novos significados.

Reconciliação integradora acontece em paralelo com a diferenciação progressiva. Neste processo o sujeito se torna capaz de diferenciar significados dos novos conceitos adquiridos, a fim de perceber diferenças entre eles, integrando significados, possibilitando uma reorganização de sua estrutura cognitiva, com afirma Moreira (2011).

Com relação às modificações sofridas pelos subsunçores, podem acontecer de duas formas, uma subsunção correlativa ou uma subsunção derivativa. Ausubel (2003) discorre sobre as formas com que estas subsunções acontecem:

Subsunção correlativa: *se for uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de proposições anteriormente aprendidas*. Um exemplo deste tipo de subsunção pode ocorrer quando são apresentas aos alunos, as propriedades ondulatórias de frequência e comprimento de onda, aplicadas ao espectro visível da luz, sendo tais propriedades já conhecidas pelos alunos. Ao correlacionar ondulatória e óptica, os subsunçores frequência e comprimento de onda podem sofrer grandes modificações.

Subsunção derivativa: *caso o material de aprendizagem apenas exemplifique ou apoie uma ideia já existente na estrutura cognitiva*. Como exemplo, pode-se tomar uma situação na qual o aluno já tem em sua estrutura cognitiva o conceito de onda

mecânica, e lhe é apresentado outros tipos de ondas, que precisam de meios materiais para se propagar, como onda na mola e onda do mar, ou seja, as novas informações não iram fazer grandes alterações no subsunçor .

3.3 Tipos de Aprendizagem Significativa

De acordo com a teoria Ausubeliana, a Aprendizagem Significativa (AS) via subsunção, ou como também conhecida, Aprendizagem Significativa Subordinada, está relacionada a um tipo de aprendizagem conhecida como Aprendizagem Proposicional (AP). Ao se apresentar uma nova proposição ao sujeito, esta adquire novos significados após se relacionar e interagir com ideias relevantes, existentes em sua estrutura cognitiva. Nessas condições acontece a AP, como afirma Ausubel (2003), vinculada a este tipo de aprendizagem, tem-se a aprendizagem subordinante e a aprendizagem combinatória. Outros tipos de Aprendizagem Significativa destacados por Ausubel são, a Aprendizagem Representacional e a Aprendizagem Conceitual, que são discutidas na sequência do texto.

Imagine uma criança que atribui à palavra “lousa” o significado relativo apenas a “lousa” usada em sua sala de aula. Segundo Moreira (2011), nessas condições ela não tem ainda o conceito de “lousa” apenas uma representação. De forma similar, pode-se compreender a interação cognitiva de um adolescente ou um adulto, diante das mais variadas proposições, símbolo e/ou objetos, nos quais não encontre condições de fazer generalizações e formar um conceito.

A situação acima descreve um contexto onde acontece a chamada de **Aprendizagem Representacional (AR)**, que apesar de aparentemente assemelhar-se com a aprendizagem mecânica ou aprendizagem por memorização, é considerada significativa, pois o objeto ligado à representação têm significado para o sujeito. Sobre as condições em que este tipo de aprendizagem ocorre, Ausubel afirma que:

> Ocorre sempre que o significado dos símbolos arbitrários se equipara aos referentes (objetos, acontecimentos, conceitos) e tem para o aprendiz o significado, seja ele qual for, que os referentes possuem. (AUSUBEL,2003,p. 1)

De acordo com este autor, a medida que a AR se torna mais elaborada, em decorrência de experiências vivenciadas pelo sujeito, que permitam a este fazer generalizações, e como consequência disso formular um conceito, então a **Aprendizagem** é dita do tipo **Conceitual**, podendo ser de dois métodos, formação

conceitual ou assimilação conceitual, sendo está ultima a aprendizagem mais comum no ambiente de ensino formal.

Por fim temos a **Aprendizagem por Recepção (APR)** e a **Aprendizagem por Descobertas (APD)**, que apesar de possuírem grandes diferenças entre si, acabam sendo complementares em um processo de resolução de problemas. O mecanismo de aprendizagem adotado é um dos fatores determinantes na distinção entre estas duas variedades. De acordo com Ausubel (2003) na APR o novo conhecimento é apresentado sob a forma de proposições substantivas, de forma que o aprendiz tenha apenas que compreender e lembrar, ao passo que na APD ele deve descobrir o novo conhecimento, construindo proposições e hipóteses, necessárias para a compreensão dos mesmos.

3.4 Organizadores Avançados

Como já mencionado anteriormente, os conhecimentos prévios do sujeito possuem papel fundamental para a construção da AS, assim sendo, antes de se iniciar um processo de ensino, é necessário fazer uma sondagem da estrutura cognitiva do sujeito, buscando indícios da existência de subsunçores, ou seja, ideias, informações, conceitos, símbolos, entre outros, que possam dar suporte ao novo conhecimento que se pretende estudar.

Uma situação, bem comum no contexto escolar, que demanda uma atenção especial, é aquela onde os alunos não apresentam em suas estruturas cognitivas, subsunções capazes de interagir com o novo conhecimento, ou apesar de existirem, apresentam instabilidades, alto grau de generalidade, oferecendo margem para possíveis confusões conceituais. Nessas condições, Ausubel propõe como estratégia o uso de **Organizadores Avançados**, também denominados **Organizadores Prévios**.

Estes organizadores podem ser entendidos como, materiais e/o recursos pedagógicos apresentados antes da introdução, e discussão de novos conhecimentos e dos materiais utilizados para esta finalidade. Assumem um papel de mediador, entre os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do sujeito e os subsunçores que este necessita ter, para que o novo conhecimento possa lhe ser significativo, e de igual forma, os materiais adotados sejam potencialmente significativos.

Ausubel define dois tipos de organizadores avançados: Organizadores Expositivos e Organizadores Comparativos. O primeiro tipo é sugerido para a situação onde a estrutura cognitiva do sujeito, não apresenta subsunçores capazes de interagir e ancorar o novo conhecimento. Com relação a esse caso Moreira (2011) Sugere: “Se o aluno não tem subsunçores relevantes a aprendizagem de novos conhecimentos, o melhor é facilitar, promover, a sua construção antes de prosseguir”.

No caso em que o sujeito possui subsunçores capazes de interagir com o novo conhecimento, mas estes apresentam instabilidades, que possam gerar conflitos ideológicos, de forma que impossibilite a discriminação entre o novo conhecimento e demais subsunçõres da estrutura cognitiva, é sugerido o uso do segundo tipo de organizador citado, Organizadores Comparativos.

Com relação à fundamentação lógica para o uso adequado dos Organizadores Avançados, a partir das ideias propostas por Ausubel (2003) e complementadas por Moreira (2011), pode-se destacar a importância de:

1) Considerar os conhecimentos já existente na estrutura cognitiva do sujeito, e a partir deles suscitar interações que propiciem modificações nos subsunçores iniciais, de forma que estes possam interagir com o novo conhecimento e ancorá-lo.

2) Apresentar ideias mais gerais e inclusivas, relacionadas ao novo conhecimento e ao material potencialmente significativo adotado, buscando interar os conhecimentos relevantes.

3) Construir um ambiente que valorize os conhecimentos prévios dos alunos e indicar de forma direta a relação entre esses conhecimentos e o novo material de aprendizagem, apontando o caminho para construção de uma aprendizagem significativa.

3.5 Avaliação da Aprendizagem Significativa

Para que a AS possa acontecer em um ambiente de ensino, novas estratégias pedagógicas precisam ser adotadas. O professor deve fazer uso de materiais potencialmente significativos, e assumir uma postura de mediador no processo de ensino e aprendizagem, conforme já discutido anteriormente. Mas, para completar um

cenário que coopere para o desenvolvimento de uma aprendizagem desta natureza, há um quesito que não pode ser deixado de lado, a **avaliação da aprendizagem**.

Moreira (2012) chama atenção para o papel assumido pela avaliação no contexto escolar, para a qual o enfoque são as "*provas*", baseadas no paradigma do *"sabe ou não sabe", "certo ou errado", "sim ou não",* e o significado dos conhecimentos é deixado de lado.

Avaliações que exigem apenas memorização de conceitos, de textos, de informações, aplicações diretas de leis e fórmulas, que exigem alto rigor matemático, sem discussão dos resultados obtidos e sem explorar situações de aplicações dos conhecimentos, representam um contra exemplo, do que é proposto como avaliação da aprendizagem de acordo com a teoria ausubeliana.

> As práticas de avaliação que exigem a reprodução literal de informações ou ideias apresentadas têm a tendência a desencorajar a aprendizagem significativa. (AUSUBEL, 2003, p. 109)

Para Ausubel, a avaliação deve propor ao aluno uma **nova situação**, diferente das exploradas durante o processo de ensino e aprendizagem, na qual precisa aplicar os conhecimentos assimilados.

Tendo em vista que nem sempre os alunos estão familiarizados com este tipo de ação, onde novas situações são propostas no ato de avaliar. Moreira considera radical a proposta de Ausubel, e afirma que este não parece ser o caminho mais indicado.

A estratégia indicada por Moreira (2012) é que novas situações sejam propostas ao aluno no decorrer do processo de ensino aprendizagem (avaliação formativa), buscando indícios de uma aprendizagem significativa. Desta forma, ao se propor uma nova situação para o aluno na avaliação somatória, este já estará familiarizado e terá melhor condição para desempenhar tal tarefa.

Cabe ressaltar que cada sujeito possui uma estrutura cognitiva única, resultante das interações estabelecidas com conhecimentos recebidos em ambiente formais, informais e não formais de ensino, e sua experiência com o mundo que o cerca. Portanto, pode-se dizer que a aprendizagem significativa de cada sujeito, de certa forma, é única.

Os conhecimentos presentes na estrutura cognitiva do aprendiz influenciam a forma com que um novo conhecimento será recebido e ancorado, podendo modifica-lo em sua forma original. Portanto, no processo de avaliação, é preciso ter consciência de

que a “devolutiva” do que foi estudado não se dará de forma literal, mas apresentará indícios que refletem a forma de compreensão do aprendiz, referente a um novo conhecimento e os significados que lhe foram atribuídos.

4. DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

Além da elaboração do conjunto de atividades, como um produto educacional que tivessem condições de ser dito potencialmente significativo, exigindo para tal, o levantamento e estudo de materiais e documentos relacionados à temática Astronômica e conceitos de Física Moderna Contemporânea, a proposta foi aplicar e testar o material com um grupo de alunos do Ensino Médio da rede pública do estado de Mato Grosso do Sul, ou seja, foi feito uma intervenção por parte da pesquisadora e o estudo de seus efeitos.

4.1 Público Alvo

Este trabalho foi desenvolvido na Escola Estadual Maria Constança Barros Machado, localizada no bairro Amambai, próximo ao centro do município de Campo – MS, com um grupo de alunos formados por integrantes do 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio (EM) que, após terem conhecimento da proposta da pesquisa/projeto, se inscreveram voluntariamente.

Inicialmente, formou-se uma turma contendo em torno de 15 alunos. Eles receberam cópias de dois termos (disponíveis nos Apêndices A e B), um de Assentimento assinado pelos próprios cursitas e o outro de Consentimento Livre Esclarecido assinado por seus responsáveis, tendo em vista que todos eram menores de idade. Os termos seguem as orientações solicitadas pelo comitê de ética da instituição, na qual os pesquisadores fazem parte, e neles encontram-se todas as informações necessárias com relação à pesquisa e ao projeto: proposta dos participantes, uma panorâmica das atividades desenvolvidas, os recursos de coleta de dados utilizados, incluindo fotografias e direitos dos cursistas.

Durante o desenvolvimento do curso houve algumas evasões, de forma que para as finalidades da análise do produto educacional estudado, foram considerados apenas os materiais produzidos pelos cursistas que participaram de todas as atividades propostas, sendo estes um total de dez (10). Os mesmos estavam dentro da faixa etária de 15 a 17 anos, sendo cinco (5) meninas e cinco (5) meninos, matriculados nos respectivos anos do EM regular, quatro (4) no primeiro ano, cinco (5) no segundo ano e um (1) no terceiro ano.

4.2 Instrumentos de Coleta de Dados

Os instrumentos utilizados para o levantamento de dados foram: diário de bordo, redações de textos e questionários; como complemento, registraram-se diversos momentos de interação dos alunos, durante a produção e desenvolvimento do conjunto de atividades temáticas.

O diário de bordo possibilitou a pesquisadora registrar suas impressões acerca dos comportamentos apresentados pelos alunos ao longo do desenvolvimento das atividades propostas, descrever o processo de interação entre os alunos e os materiais utilizados, assim como, de suas respostas mediante as metodologias adotadas, suas expressões verbais e não verbais, e as interações entre aluno-aluno e aluno-professor/pesquisador. Sobre o uso do diário de bordo Matins e Porlán comentam:

> El diário há de propiciar, em este primer momento, el desarrollo de um nível más profundo de descripción de la dinâmica del aula a través del relato sistemático y pormenorizado de los distintos acontecimientos y situaciones cotidianas. El hecho mismo de reflejarlo por escrito favorece el dessarrollo de capacidades de observación y categorización de la realidade, que permitem ir más allá de la simple percepción intuitiva. (MARTINS e PORLÀN, 2000, p. 26)

Esta ferramenta – além de propiciar um estudo sistemático da potencialidade do conjunto de atividades temáticas, junto aos alunos participantes da pesquisa – ao ser analisada em paralelo com os textos produzidos pelos cursitas durante as experimentações, contribuiu fortemente no processo de sondagem da estrutura cognitiva dos mesmos, possibilitando desta forma identificar a existência das subçunsões necessárias para o estudo dos conceitos de Espectroscopia e RCN. Pode contribuir, ainda, para a construção e aplicação dos Organizadores Avançados usados em momentos estratégicos para o progresso do trabalho.

Foram aplicados dois questionários, Avaliação Formativa 01, ao término da primeira etapa do trabalho, e Avaliação Formativa 02, no final da aplicação do conjunto de atividades temáticas, afim de acompanhar o desenvolvimento das concepções apresentadas pelos cursistas. Os questionários (apêndice C e D) eram compostos em sua maioria por questões abertas. De acordo com Gil (1999), “a principal vantagem das questões abertas é a de não forçar o respondente a enquadrar sua percepção em alternativas pré-estabelecidas”. Estes instrumentos foram preparados respeitando as condições citadas por este autor, usando questões claras e sem ambiguidade,

ordenadas seguindo a “técnica do funil”, considerando o nível dos alunos e evitando ao máximo induzir respostas.

As questões escritas foram construídas buscando abordar os conceitos de Espectroscopia e RCN e suas respectivas relações com a temática “Luz das Estrelas” por meio da apresentação de situações novas, ou seja, situações que não foram discutidas durante os encontros, mas que necessitavam dos novos conhecimentos para serem resolvidas, possibilitando desta forma sondar nos discursos escritos dos alunos a existência de indícios de uma Aprendizagem Significativa (AS) dos conceitos, ideias, informações e representações discutidas e estudadas.

Pode-se dizer que os instrumentos escolhidos deram suporte para acompanhar o processo de mudança nas concepções apresentadas inicialmente pelos alunos, de forma individual e em grupo, com relação tanto a temática astronômica escolhida, quanto aos conhecimentos de FMC a ela ligados, assim como, permitiram investigar o desenvolvimento progressivo da construção de suas Aprendizagens e eventuais assimilações.

4.3 Análise dos Dados

Neste trabalho o interesse está em analisar a lógica interna contida em cada fala escritas e apresentadas pelos alunos, buscando os argumentos de defesa de cada ideia e opinião, desta forma trabalhamos no campo da Análise de Conteúdo do Discurso.

Segundo Bardin (2006), “*a Análise de Conteúdo é um conjunto de técnicas de analise das comunicações. É um método muito empírico, dependente do tipo de fala a que se dedica e do tipo de interpretação que se pretende como objetivo”.*

De acordo com a autora o método é divido em fases de analise cronológicas, são elas:

1. A pré – análise;
2. A exploração do material;
3. O tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

De posse do material textual dos alunos, questionários e textos, iniciou-se o processo de pré - análise, por meio de uma leitura flutuante do material, tendo sempre em mente o tema do trabalho e os objetivos. Desta forma, pouco a pouco, a leitura foi se tornando mais clara, permitindo a elaboração de hipóteses referentes à abstração e assimilação dos novos conhecimentos estudados pelos alunos. Como função dessas hipóteses, definiram-se índices que indicam a importância de determinados conhecimentos.

Em seguida, iniciou-se a fase de exploração do material, na qual se realizou o processo de codificação, por meio de recortes das respostas dos questionários e citações dos textos, que foram enumeradas, classificadas e agregadas, de forma a facilitar a escolha das categorias.

A última etapa da análise foi o tratamento dos resultados obtidos e a interpretação, buscando identificar indícios de uma Aprendizagem Significativa por parte dos alunos, referente aos novos conhecimentos trabalhados no decorrer da aplicação e desenvolvimento das atividades do conjunto temático, de acordo com os índices e códigos levantados nas etapas anteriores.

5. METODOLOGIA PEDAGÓGICA

As atividades e as estratégias pedagógicas adotadas estavam apoiadas, conforme já mencionado anteriormente, na Teoria da Aprendizagem Significativa (TPS) de David Ausubel. Elas visavam proporcionar aos participantes momentos de interações, compartilhamento de conhecimentos e significados, produções coletivas e individuais, buscando despertar o interesse pela temática trabalhada e pelos conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) envolvidos.

Durante a etapa de preparação do material, que compôs o conjunto de atividades, foi realizado um levantamento/estudo de materiais e documentos relacionados à temática em Astronomia e aos conceitos de FMC abordados, em especial sobre Radiação de Corpo Negro (RCN), a fim de garantir um caráter logicamente e potencialmente significativo. Esta busca foi feita em *sites* oficiais especializados em ensino e divulgação da Ciência, que oferecem sugestões e mídias de apoio aos professores da rede pública e, em *sites* de universidades nacionais e internacionais.

O conjunto de atividades temáticas foi aplicado durante os encontros do curso oferecido, “Estudando as Estrelas”, que ocorreu entre os meses de Abril a Julho de 2015, às terças e sextas feiras das 17h30min às 19h. O curso foi estruturado em dezessete (17) encontros, nos quais ocorreram as aplicações dos questionários, o desenvolvimento do conjunto de atividades temáticas, as produções de textos e as discussões finais.

A íntegra das atividades propostas e as orientações para o desenvolvimento das mesmas estão disponíveis no produto educacional que acompanha esta dissertação, conforme já mencionado. O material foi construído para ser potencialmente significativo para os aprendizes que se tivessem contato por meio do curso, portanto não é engessado pelo contrário é dinâmico, tendo em vista as mudanças necessárias para que esta qualidade pudesse ser real ao público com o qual se trabalhou.

No entanto, Ausubel (2003) ressalta a importância de se adotar mecanismos de aprendizagem que sejam significativos, ou seja, metodologias pedagógicas que apresentem e conduzam o estudo do material potencialmente significativo, que sejam de igual forma significativas para os aprendizes, imersos no ambiente de ensino e

aprendizagem. O que será apresentado na sequência é exatamente isso, os mecanismos de aprendizagem e a organização adotada para o estudo do conjunto temático de atividades.

1ª Etapa

Compostas por atividades experimentais votadas ao estudo da Luz, que vão desde a construção de um Espectroscópio de baixo custo até aplicações simples de técnicas de Espectroscopia, que possibilitam a identificação de elementos presentes numa atmosfera estelar. Durante as primeiras práticas, buscou-se fazer uma sondagem dos conhecimentos prévios dos cursistas, afim de se formar um perfil geral do público, na medida do possível, já que cada indivíduo possui uma estrutura cognitiva única. E então identificar quais seriam os melhores mecanismos de aprendizagens a serem adotados para a apresentação das propostas e desenvolvimento das experimentações.

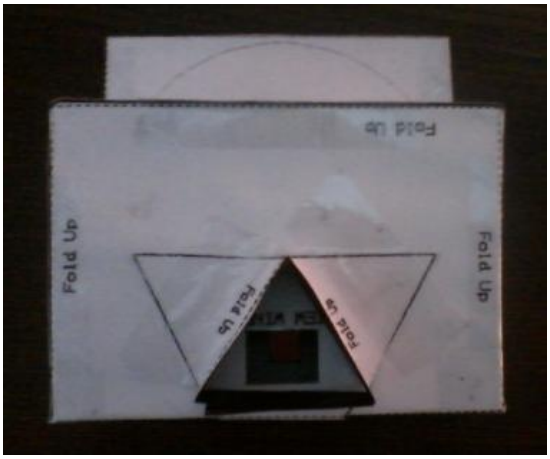
Durante o processo de ensino vários ambientes foram formados, considerando elementos dos diferentes tipos de aprendizagem propostos pela TAS, sendo que durante a prática das experimentações, os cursistas estavam em meio a um ambiente que favorecia a Aprendizagem por Descoberta, ao passo que as leituras de texto e rodas de discussões geraram um ambiente que favorecia uma Aprendizagem por Recepção.

1º Encontro: Montagem de um Espectroscópio de baixo custo

A professora/pesquisadora apresentou aos cursistas como proposta de atividade a confecção de um Espectroscópio de baixo custo (fonte: https://sites.google.com/site/proflanghi/espectroscopio). Este dispositivo foi apresentado aos alunos apenas como um “instrumento”, que seria utilizado em uma atividade experimental relacionada à temática “Luz das Estrelas”.

Os cursistas foram convidados a formar um grupo único, ajuntando as mesas da sala de aula e sentando-se ao redor, receberam individualmente gabaritos e um DVD para confeccionar o “instrumento”. Os demais materiais utilizados foram disponibilizados para o uso coletivo, tais como, colas, tesouras e papeis cartão. Durante o processo de montagem, a professora/pesquisadora, que também estava confeccionando um “instrumento”, forneceu orientações sobre as ações necessárias, tais como, linhas de corte, linhas de dobra, encaixes etc. Ao término da montagem, os cursistas obtiveram seus “instrumentos” conforme mostrado na figura 01.

Figura 01 - *Espe*ctroscópio montado



Fonte: A autora.

Nos instantes finais do encontro, já com os “instrumentos” prontos, os cursistas foram orientados a explorá-lo e manipulá-lo, conforme melhor lhes conviesse. Buscou-se propiciar um momento de interação com o material confeccionado, afim de que começassem a se apropriar deste e despertassem curiosidade sobre a utilização do “instrumento”, tendo em vista que ainda não conheciam o nome oficial do mesmo. A última sugestão dada foi que continuassem a manipulação e exploração em suas casas, buscando investigar suas potencialidades de uso.

A escolha de não informar o nome do Espectroscópio deu-se pelo fato de: uma vez despertada a curiosidade sobre sua utilização e conhecido seu nome, os cursistas poderiam pesquisar em livros, revistas e principalmente em *sites* da *internet* sobre o manuseio e uso de tal instrumento. O que não seria conveniente naquele momento, tendo em vista dois fatores, a sondagem dos conhecimentos prévios realizada durante o desenvolvimento desta e das atividades que seguiriam, e a incitação da criatividade para o processo de investigação e formulação de hipóteses e proposições, referentes ao objeto em estudo e conhecimentos posteriores.

A atividade de experimentação proposta, que se iniciou com a construção do Espectroscópio, e teve continuidade durante mais alguns encontros, seguiu a linha de um laboratório não estruturado, porém não em um contexto de descoberta totalmente natural, ou seja, aquele em que o aprendiz não recebe nenhum tipo de orientação, pois como afirma Ausubel (2003) ambientes de ensino assim classificados, principalmente nas práticas iniciais, dificilmente possibilitam as condições necessárias para o desenvolvimento de uma aprendizagem eficaz.

No decorrer do desenvolvimento destas atividades, os cursistas receberam algumas orientações, não no sentido de induzir caminhos ou respostas, mas de sensibilizá-los para os objetivos de cada prática, já que a orientação no ambiente de ensino voltado a APD vem no sentido de propiciar maior eficácia da mesma, conforme defende Ausubel(2003).

2º Encontro: Manipulação, Exploração e Construção de uma proposta sobre as possibilidades de uso do Espectroscópio.

Inicialmente houve uma breve discussão com os cursistas sobre a natureza das Estrelas, propondo a eles questões como:

- Como você explicaria para um colega o que é uma Estrela?

- Quando olhamos para uma estrela, qual é a informação mais expressiva que podemos perceber?

Buscou-se fazer uma ligação entre as respostas fornecidas pelos cursitas e o uso do “instrumento” confeccionado relacionando-o ao estudo da Luz das Estrelas, de forma bem geral, para resgatar a questão introduzida no encontro anterior, como utilizar o objeto em questão para esta finalidade, ou seja, para estudar a Luz das Estrelas.

Os cursistas foram incentivados a exporem suas ideias, com base nas interações já realizadas com o “instrumento”, tanto nos encontros como eventualmente em suas casas. A partir disso, foi proposto que se dividissem em duplas ou trios e buscassem apresentar suas ideias na forma de hipóteses, podendo manipular o “instrumento” livremente para efetuar os testes que julgassem necessário, e assim, construíssem uma proposta de uso do “instrumento”.

Os cursistas receberam uma folha impressa com uma descrição sucinta da proposta da atividade, contendo também um campo em branco para registrarem as hipóteses levantadas, assim como, desenhos, representações, descrições, explicações, informações, resultados e tudo mais que julgassem necessário.

Durante o desenvolvimento da atividade os alunos foram orientados a não se preocuparem com questões do tipo, “certo ou errado”, “pode ou não pode”, entre outras, mas, exporem suas ideias, explorarem o “instrumento”, fazendo até mesmo

mudanças e ajustes que julgassem necessários. E que buscassem fundamentar seus escritos com base em suas próprias opiniões, conhecimentos e informações.

O foco desta atividade foi iniciar o processo de sondagem dos conhecimentos prévios dos cursistas, tanto com relação à temática “Luz das Estrela” quanto com ideias, informações e conceitos ligados a Luz. Tendo em vista que de acordo com a TAS, conforme já discutido no capítulo voltado ao referencial teórico, para que um material seja significativo para o aprendiz, deve estar diretamente ligado com suas informações prévias. De acordo com as ideias propostas por J.O. Maia et. al. (2013), as atividades que envolvem experimentação, apresentam-se como boas estratégias para fazer o levantamento dos conhecimentos prévios dos aprendizes.

Além dos registros escritos pelos cursistas, os procedimentos adotados por eles durante o desenvolvimento das atividades, perguntas, dúvidas, comentários, expressões verbais, não verbais e demais informações pertinentes foram registradas no diário de bordo da professora/pesquisadora, tanto nesta como em todas as atividades desenvolvidas nos encontros.

3º Encontro: Socialização e demonstração da proposta referente ao uso do Espectroscópio construído.

Os alunos foram convidados a sentarem-se formando uma roda, e cada um dos grupos apresentou para os demais e para professora/pesquisadora as hipóteses que haviam construído sobre o uso do “instrumento”, fizeram demonstrações de suas ideias e buscaram explicar os resultados obtidos.

Cabe ressaltar que os cursistas não foram orientados a seguir nenhum padrão pré-estabelecido, pelo contrário, tiveram liberdade para organizar suas ideias, formular as hipóteses, gerenciar procedimentos experimentais conforme julgassem necessário, e de igual forma a apresentação realizada, buscando estimular desta forma a criatividade, autonomia, a interação com o objeto construído, interação entre os cursistas, troca de ideia e informações, além de realizar a sondagem sobre suas concepções prévias.

Após as apresentações, houve uma discussão final sobre algumas informações e ideias que foram citadas por eles, a fim de sondar o nível de compreensão das mesmas e se eram compartilhadas por todos, tendo em vista que o grupo era formado

por alunos de diferentes anos do Ensino Médio. Por exemplo, ao ser citado o conceito físico Reflexão pelos alunos, perguntou-se:

- Você poderia nos explicar o que é Reflexão?

- Quem já estudou sobre Reflexão? Em qual disciplina?

Todos os cursistas tiveram oportunidade de falar e expor suas opiniões, respeitando aqueles que preferiram não se manifestar, de igual forma outras informações e conceitos citados por eles durante as apresentações foram discutidos. O papel da professora/pesquisadora foi mediar a discussão e estimular a participação dos cursistas, respeitando a individualidade de cada um e suas colaborações para o coletivo. Momentos como este, permitem a troca de significados entre os aprendizes, auxiliando na consolidação e formalização de subsunçores que permitam acomodar novos conceitos.

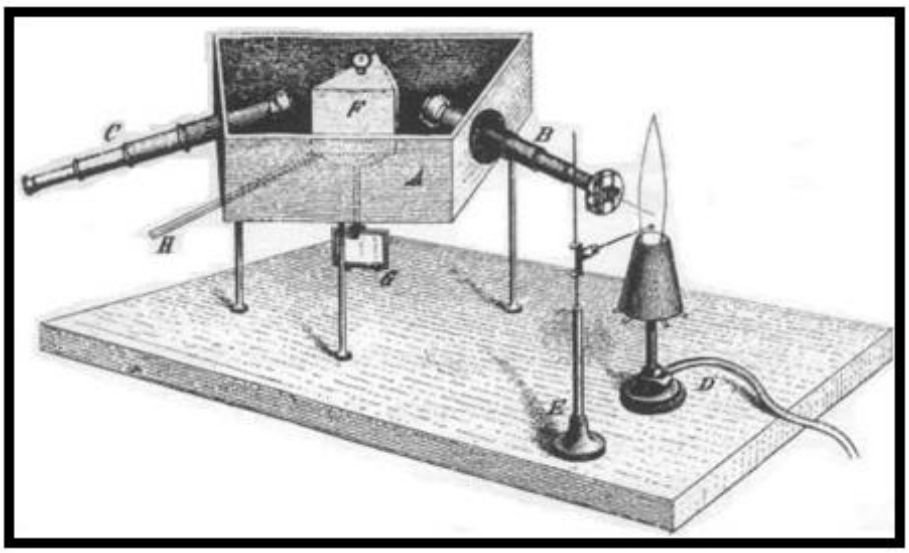
4º Encontro: Leitura e discussão do texto "A Luz dos elementos químicos".

No início deste encontro foi feita uma revisão geral das propostas de uso do “instrumento” para o estudo da Luz, apresentadas pelos cursistas no encontro anterior, considerando todas as possibilidades. Feito isso, os alunos receberam um texto intitulado “A Luz dos elementos químicos”, com a orientação de que nele continham informações relevantes sobre o “instrumento”, inclusive seu nome oficial.

Era esperado que a essa altura, os cursistas já tivessem se apropriado do “instrumento” construído e curiosos para investigarem outras possibilidades de uso do mesmo, voltado ao estudo da Luz, além das hipóteses levantadas e testadas. Desta forma, o texto apresentado seria significativo para eles.

O texto faz uma abordagem histórica das principais descobertas e contribuições dos cientistas Robert Wilhelm Busen e Gustav Kirchhoff, entre 1857 e 1859, para o avanço dos estudos da Química, Física e Astronomia, discute o teste das chamas e a construção do primeiro Espectroscópio (figura 02 a), e relata sobre a evolução deste instrumento e sua relação com a Astronomia, ressaltando que atualmente é possível construir modelos mais simplificados utilizando materiais de baixo custo, que permitem desenvolver estudos simplificados sobre a Luz, trazendo imagens de vários modelos de Espectroscópios, inclusive do modelo confeccionado pelos cursistas, como pode ser visto na figura 02 b.

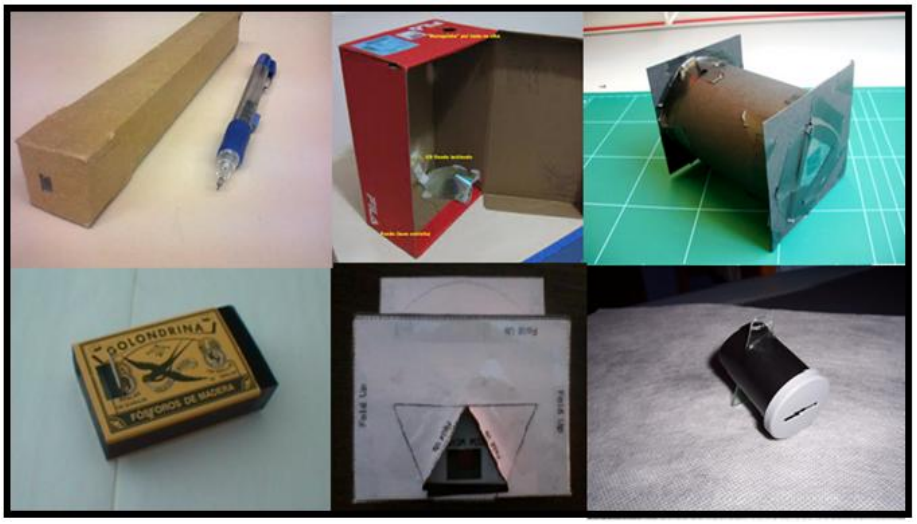
Figura 02 - Modelos de Espectroscópio



a) Espectroscópio construído por Busen e Kirchhoff

Fonte: http://www.on.br/ead_2013/site/conteudo/cap11-espectro/historia.htm

Acessado em : 27/03/16



b) Modelos e Espectroscópios de baixo custo

Fonte: http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/Practica/PR-14/PR-14.html

Acessado em : 27/03/16

A leitura do material foi feita de forma compartilhada. Formou-se uma roda e cada um leu um trecho do texto, fazendo-se pausas para comentários tanto da professora/pesquisadora quanto dos cursistas com relação às informações contidas neste material. Logo após, houve uma discussão para explorar um pouco mais pontos relevantes do texto e colocados alguns questionamentos, tais como:

- Quais relações podem ser estabelecidas entre as informações contidas no texto e o “instrumento” construído?

- É apresentado algum nome científico para o “instrumento”? Qual?

- O texto ajuda a pensar em outras possibilidades de uso do “instrumento”, além das que já foram apresentadas? Quais?

Ao término das discussões, que ocorreu nos moldes das anteriores já descritas, ou seja, incentivando a participação dos alunos e respeitando suas ideias e opiniões, foi apresentada, sucintamente, a proposta de atividade do encontro que se seguiria, avançar um pouco mais nas experimentações com Espectroscópio, introduzindo algumas fontes de Luz. Esperava-se desta forma, gerar curiosidade nos cursistas com relação aos próximos passos que seriam seguidos e motivá-los a estarem presentes.

5º Encontro: Observação de fontes de Luz com o Espectroscópio: Lâmpadas Fluorescente e Incandescente.

Usou-se uma extensão com soquete para fixar as lâmpadas que seriam utilizadas (Figura 03), em um local que permitisse aos cursistas interagir com cada uma delas de forma confortável, e que fosse estratégico para a atividade de experimentação que seria realizada.

Quando os cursistas chegaram à sala, a extensão já estava fixada no quadro branco, as lâmpadas Incandescente e Fluorescente, no entanto, estavam sobre uma mesa separada. Conectou-se a lâmpada Incandescente no soquete a vista dos cursistas, apresentando esta como a primeira fonte de Luz a ser observada por meio do Espectroscópio.

Eles foram orientados a formarem duplas ou trios. Foi entregue uma folha impressa contendo espaços a serem preenchidos com o nome das fontes observadas e campos em branco, para que fizessem anotações, desenhos, esquemas e tudo mais que considerassem importante para registrar suas observações, e disponibilizado lápis de cor, canetinhas, réguas, e outros materiais que pudessem auxiliar em suas anotações e representações. Outra orientação dada, foi que poderiam usar o aparelho celular para registrar imagens dos fenômenos visualizados, caso julgassem necessário.

Figura 03 - Lâmpadas Fluorescente e Incandescente

Fonte: **http://oneco.eco.br/?p=89 (modificado)**

Acessado em : 27/03/16

A orientação dada foi que usassem seus Espectroscópios para estudar a Luz de cada uma das fontes, com base nas ideias discutidas no encontro anterior. Se caso necessitassem, poderiam ler novamente o texto. Os cursistas ficaram livres para escolher o procedimento que julgassem ser o mais adequado para desenvolver o estudo proposto, desde que registrassem todas as informações e resultados obtidos no campo disponibilizado.

Caso apresentassem muita dificuldade em manipular o Espectroscópio e não conseguissem visualizar o Espectro Contínuo (um perfeito arco-íris) que é característico da Lâmpada Incandescente, a professora/pesquisadora daria orientações para ajudá-los a encontrar um caminho, para que o tempo gasto no desenvolvimento da atividade não ultrapasse o limite, de forma a ser finalizada no encontro. No entanto, não foi necessário, pois obtiveram sucesso nos procedimentos adotados e conseguiram visualizar a Luz da lâmpada Incandescente decomposta.

Após todos observarem a Luz da lâmpada Incandescente por meio do Espectroscópio e realizarem seus registros, trocou-se a lâmpada por uma Fluorescente, sendo esta, fonte de um em espectro de linhas de emissão, caracterizado por um fundo escuro com linhas fortes e brilhantes coloridas. De forma semelhante a anterior, os cursistas fizeram observações e registros de suas impressões acerca do fenômeno visualizado.

Durante o desenvolvimento da atividade, apenas observou-se o comportamento dos cursistas, suas interações com os materiais, suas falas, expressões, discussões entre os integrantes de cada grupo, respondendo somente alguns questionamentos simples feitos por eles, relacionadas às cores visualizadas, ou forma das linhas, posições para melhor visualização, dentre outras. Não foram oferecidas informações

conceituais, como definição de espectro, os tipos de espectro, dispersão da luz, nem algo semelhante, estes termos foram utilizados nas descrições acima apenas para facilitar o entendimento dos encaminhamentos do encontro.

A experimentação com o Espectroscópio foi desenvolvida com o intuito de sondar os conhecimentos prévios dos alunos, e estratégia para auxiliar na consolidação e formalização de subçunsões em suas estruturas cognitivas, de forma que os novos conhecimentos que seriam abordados na sequência tivessem condições de serem ancorados. Outro papel importante adotado foi usá-la como estratégia de motivação, buscando despertar um espírito investigativo, de forma que, atribuíssem significado aos materiais e equipamentos utilizados, assim como, na temática astronômica adotada como pano de fundo para a própria experimentação.

6º Encontro: Observação de fontes de Luz com o Espectroscópio: Lâmpada de LED RGB.

A lâmpada de LED RGB (figura 04) é uma fonte de espectro de linhas de emissão, assim como a lâmpada Fluorescente, sendo o modelo escolhido diferenciado pelo fato de permitir fazer a programação das cores da Luz emitida, por meio de controle remoto que a acompanha. Propiciando assim, explorar resultados de combinação de cores, como alaranjada, amarela, roxa, branca e etc., e a Luz proveniente dos LED´s RGB (Red, Green e Blue) de forma individual, ou seja, Vermelha, Verde e Azul. Sendo assim, os cursistas puderam visualizar diferentes espectros de linha de emissão de acordo com a manipulação da lâmpada.

Figura 04 - Lâmpada de LED RGB

Fonte: A autora.

Apresentou-se aos cursistas a lâmpada de LED RGB, como sendo a “lâmpada misteriosa”, devido sua capacidade de mudar a cor da Luz emitida, de acordo com a manipulação do controle remoto que a acompanha, porém, o nome escolhido foi apenas para despertar curiosidade e interesse em estudar esta fonte.

Os encaminhamentos gerais para realização da experimentação com o espectroscópio foram os mesmos do encontro anterior, observar e registrar as impressões acerca do visualizado. Em especial, para esta fonte, puderam escolher a cor ou as cores de Luz que gostariam de observar, manipulando livremente o controle da lâmpada.

7º Encontro: Observação de fontes de Luz com o Espectroscópio: Sol.

A última fonte de Luz estudada foi o Sol, a estrela mais próxima da Terra, referência do terceiro tipo de espectros de acordo com a teoria proposta por Gustav Kirchhoff, o espectro de Absorção, caracterizado pela presença de linhas escuras e finas sobre o que seria um espectro contínuo.

Esta atividade foi desenvolvida em ambiente externo à sala. Os cursistas dirigiram-se ao pátio da escola orientados a procurarem por um lugar onde houvesse maior incidência de Luz do Sol, para que esta pudesse ser estudada, seguindo os mesmos passos já adotados nas observações das fontes anteriores, mas ficando livres para manipular o Espectroscópio da forma que lhes fosse mais adequada.

Tendo em mente que este seria o primeiro contato com a visualização do espectro de absorção, e como as linhas escuras presentes são extremamente finas, de forma que podem até passar desapercebida para um observador pouco experiente, introduziu-se no momento da experimentação algumas orientações e questões como a finalidade de levá-los a um olhar mais criterioso deste tipo de espectro, afim de que notassem por conta própria a presença das linhas de absorção. Como exemplo das orientações apresentadas, pode-se citar:

- Olhem atentamente para o fenômeno visualizado.

- Busquem detalhes que caracterizem este fenômeno.

- Ele é semelhante a algum dos outros fenômenos observados, nas fontes anteriores?

Ao término das observações retornou-se á sala para que fizessem seus registros com relação à atividade desenvolvida, podendo retornar ao pátio caso fosse necessário. E logo após, houve uma discussão preliminar sobre suas impressões com relação aos resultados obtidos, nesta e nas outras observações realizadas no decorrer do processo de experimentação com o espectroscópio.

8º Encontro: Discussão dos resultados obtidos durante as observações e leitura do texto "Espectros e a Espectroscopia".

Como em todos os momentos de discussão, formou-se uma roda e cada grupo apresentou para os demais suas ideias acerca dos fenômenos observados por meio do espectroscópio, expondo e comparando seus desenhos e as fotografias tiradas, além de suas hipóteses de explicação. Na sequência introduziram-se algumas questões, afim de enriquecer ainda mais a discussão, tendo sempre em mente o foco de levantar as informações prévias dos alunos e a formalização de subçunsores para os novos conhecimentos que seriam discutidos, podendo citar como exemplos de questões:

-Qual das fontes observadas chamou mais atenção vocês? Por quê?

- Vocês já haviam visualizados antes os fenômenos vistos por meio do Espectroscópio?

- Relate para nós como foi essa experiência de visualização.

- Em quais condições ela aconteceu? (Esta pergunta e a anterior, somente para os cursistas que afirmaram já ter vistos pelo menos um dos espectros observados).

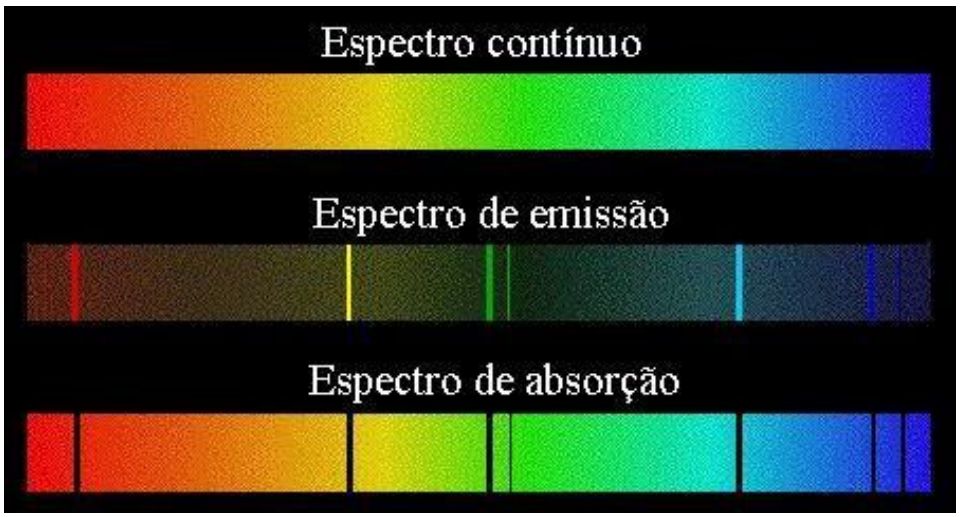
- Existem diferenças entre os fenômenos observados nas diferentes fontes de Luz? Quais?

Finalizada a discussão, os alunos receberam um texto intitulado "Espectros e Espectroscópia", apresentado como um recuso que poderia oferecer mais informações com relação aos fenômenos, visualizados durante a experimentação com o Espectroscópio, permitindo desta forma discussões mais avançadas sobre os mesmos.

Este material abordou: uma visão panorâmica do experimento de decomposição da Luz do Sol usando um prisma, realizado por Newton em 1665-1666, modificado e refeito por Joseph von Fraunhofer em 1814; as Leis da Espectroscopia formuladas por Gustav Kirchhoff em 1959, relacionadas ao conceito dos espectros de Emissão, Absorção e Contínuo, além de uma breve discussão sobre Técnicas de Espectroscopia

voltadas a identificação de elementos químicos presentes na atmosfera das Estrelas, além de informações trazia imagens para ilustrar os fenômenos, como a figura 05 que representa os espectros definidos por Kirchhoff.

Figura 05 - Tipos de Espectros



Fonte: http://brasilescola.uol.com.br/quimica/espectros-emissao-absorcao-leis-kirchhoff.htm

Acessado em : 27/03/16

Inicialmente, a leitura foi realizada somente pelos cursistas, solicitando que marcassem os termos e palavras desconhecidos; na sequência foi feita a leitura compartilhada, fazendo pausas conforme a necessidade para que fossem feitos comentários, tanto por parte deles quanto da professora/pesquisadora, e para que indicassem e discutissem os termos desconhecidos.

No decorrer desta ação, buscou-se fazer um paralelo com outros informações já discutidas anteriormente, introduzindo imagens relacionadas ao teste da chama, a construção do primeiro aparelho espectroscópio e imagens do texto, numa versão ampliadas para discussão coletiva, relacionando os trabalho desenvolvidos pelos cientistas e os avanços tecnológicos, Físicos e Astronômicos.

Por fim, fez-se um paralelo entre os espectros de Emissão, Absorção e Contínuo com os fenômenos observados na experimentação com o Espectroscopio. Propôs-se aos cursistas que fizessem uma classificação com base nas informações e ideias discutidas através do texto, e em suas anotações e representações com relação a cada fonte observada, dando uma ênfase especial ao Sol, e a presença das linhas de absorção em seu espectro, isso com base nas próprias falas deles.

9º Encontro: Roda de discussões sobre o tema "Conhecendo melhor a Natureza da Luz".

Mediante os resultados obtidos na etapa de investigação desenvolvida nos encontros anteriores, as informações prévias apresentadas pelos alunos não indicaram a presença de alguns subçunsores relacionados a conceitos como Onda, Onda Eletromagnética, Comprimento de Onda e Frequência, que são importantes para compreender com mais profundidade conceitos de Espectroscopia. Por isso, já era previsto que alguns termos e palavras presentes do texto Espectros e Espectroscopia seriam desconhecidos aos alunos, mas a presença destes foi estratégica para fazer uma conexão com a atividade que seria realizada neste encontro.

Diante desta realidade, de acordo com a TAS para prosseguir os estudos era necessário fazer uma ponte entre o que os cursistas sabiam e o que deveriam saber para estudar os novos conceitos. Por este motivo, decidiu-se adotar como estratégia um Organizador Prévio, de caráter dinâmico, podendo este assumir tanto um papel comparativo quanto uma papel expositivo, uma vez que estavam em anos distintos do Ensino Médio (EM).

De acordo com o RCMS, os conceitos relacionados à Luz e Ondulatória são estudados no 2º ano do Ensino Médio, logo os alunos do terceiro ano, teoricamente, deveriam ter tido contato com informações desta natureza. Os do segundo estariam tendo, pois a aplicação do projeto se deu em paralelo ao segundo bimestre, no qual estão alocados os conceitos sobre natureza da Luz e Espectroscópia, e os do primeiro ano não teriam tipo contato nenhum, via o ambiente formal de ensino.

A ação realizada foi uma roda de discussão direcionada sobre Luz, Ondas e suas características, na qual foram introduzidas questões diretas sobre os conceitos, estimulando os alunos a responderem de acordo com suas opiniões pessoais, estudos anteriores e experiências vivenciadas. São listadas abaixo algumas questões discutidas:

- Quando se fala em “Onda”, o que vem a sua mente?

- Quais tipos de “Onda” você conhece ou já ouviu falar?

- Afinal, o que é uma “Onda”?

- Você já estudou sobre “Ondas” em suas aulas de física?

- O que você estudou sobre “Ondas”?

- Você já ouviu falar em “Frequência”?

- O que podemos entender como “Frequência de uma Onda”?

- Você já ouviu falar em “Comprimento de Onda”?

- O que é um “Comprimento de Onda”?

- Ondas possuem “Velocidade”?

- O que podemos entender como sendo a “Luz”?

- Existe alguma relação entre “Luz” e “Ondas”?

Conforme os alunos apresentavam suas respostas, a discussão foi sendo direcionada, e os conceitos relacionados foram explorados, algumas representações foram feitas no quadro branco para auxiliar neste processo, como a representação senoidal para uma onda, reflexão e dispersão da Luz, as letras do alfabeto português e grego ligadas aos conceitos em pauta, assim como uma analogia sobre a relação entre Frequência e Comprimento de onda. Cabe ressaltar que nesta fase foram discutidos somente ideias, conceitos e informações relacionadas á natureza Ondulatória da Luz, no entanto, foi dito que está não era sua única natureza, e que a outra interpretação para seu comportamento seria discutida em encontros futuros.

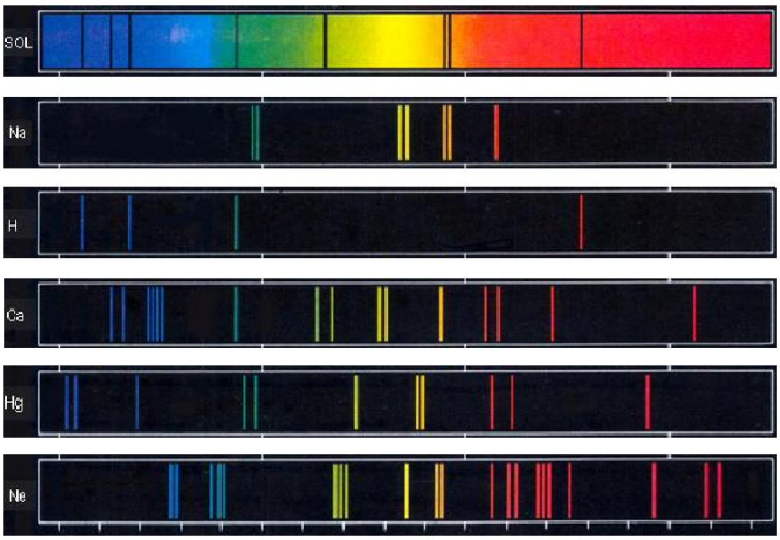
10º Encontro: Aplicação de técnicas de Espectroscopia

No início fez-se uma breve revisão sobre as técnicas de espectroscopia e os tipos de Espectros estudados, relacionando com as informações discutidas no encontro anterior, como por exemplo a relação entre frequência, comprimento de onda e as cores de Luz visíveis, e a velocidade da Luz em diferentes meios materiais. Na sequência foi proposta uma atividade na qual era necessária a aplicação das técnicas de espectroscopia já discutidas, para identificar os elementos correspondentes a sete linhas de absorção do espectro solar.

Os cursistas receberam um kit contendo seis tiras, com as representações do espectro de Absorção do Sol, e dos espectros de Emissão dos elementos químicos, Sódio, Hidrogênio, Cálcio, Mercúrio e Neônio, como mostra a figura 06. O procedimento para identificação das linhas era simples, bastava comparar o espectro de Emissão dos elementos químicos como espectro de absorção do Sol, uma vez que

as linhas emitidas por um elemento são as mesmas absorvidas por este, as linha ficariam paralelas, e desta forma seria possível identificar o elemento.

Figura 06 - Tiras com as representações dos espectros



Fonte: http://www.on.br/ead_2013/site/conteudo/cap11-espectro/historia.htm (modificado)

Acessado em : 28/03/16

Após o término da atividade, houve uma roda de discussão com os alunos referente aos resultados obtidos, e aproveitou-se para reforçar a ideia que apenas uma parte muito pequena do espectro solar havia sido analisada, pois o mesmo possui cerca de milhões de linhas de absorção, conforme discutido na leitura do texto, Espectros e Espectroscopia.

11º Encontro: Avaliação Formativa 01.

Os cursistas reponderam um questionário contendo 8 (oito) questões (disponível no apêndice C), sendo 4 (quatro) objetivas, relacionadas ao desenvolvimento histórico da Espectroscopia e a contribuição dos principais cientistas estudados, e 4 (quatro) dissertativas, relacionadas as ideias dos principais conceitos estudados, tipos de espectros e técnicas de análises espectrais.

As questões objetivas foram introduzidas com um sentido de exercício das leituras e discussões realizadas, apresentadas nesta forma pelo fato de estar mais próximo do habitual de sala de aula, ao qual os cursistas estão mais familiarizados. Já as dissertativas englobaram, em sua maioria, novas situações, buscando desta forma avaliar o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos, e verificar indícios de uma Aprendizagem Significativa.

2ª Etapa

A esta altura do curso esperava-se que os alunos já estivessem sido capturados pela temática astronômica, e instigados o suficiente para avançar ainda mais no estudo da Luz das Estrelas. E para tal, nesta etapa foram abordados novos conhecimentos vinculados ao conceito de Radiação de Corpo Negro (RCN), e o comportamento das estrelas ao decorrer de sua vida.

O conceito de RCN representa um limiar entre a Física Clássica e o início da Física Moderna, as ideias, informações e questionamentos trazidos pela teoria proposta por Max Planck em 1990, trouxeram grandes contribuições para o avanço da ciência. No entanto, é preciso certo cuidado ao se abordar este conceito no Ensino Médio, tendo clareza de quais aspectos e em que nível serão feitos os estudos, para que não se torne complexo demasiadamente para os aprendizes, e por consequência vazio de significado. Neste caso em particular, o estudo foi feito por meio de um tema astronômico, sendo assim foram abordados os conhecimentos de RCN pertinentes a compreensão do mesmo.

Foram propostas duas atividades com Simuladores de RCN: a primeira trata-se de uma experimentação com dispositivos reais, na qual pode-se construir um ambiente de APD na medida que os aprendizes interagiam, manipulando, testando e coletando informações. E um ambiente de APR ao passo que leituras informativas e discussões foram realizadas ao longo do processo de experimentação.

A segunda atividade foi uma experimentação virtual, desenvolvida em um caráter demonstrativo, porém não de forma exclusivamente expositiva, mas também dialógica, buscando estabelecer uma comunicação com os aprendizes na qual propicia-se a construção de um ambiente de aprendizagem dinâmico, trazendo-os para uma posição ativa, tendo estes total abertura para expor seu pensamentos, ideias, questionamentos, dúvidas e dar sugestões.

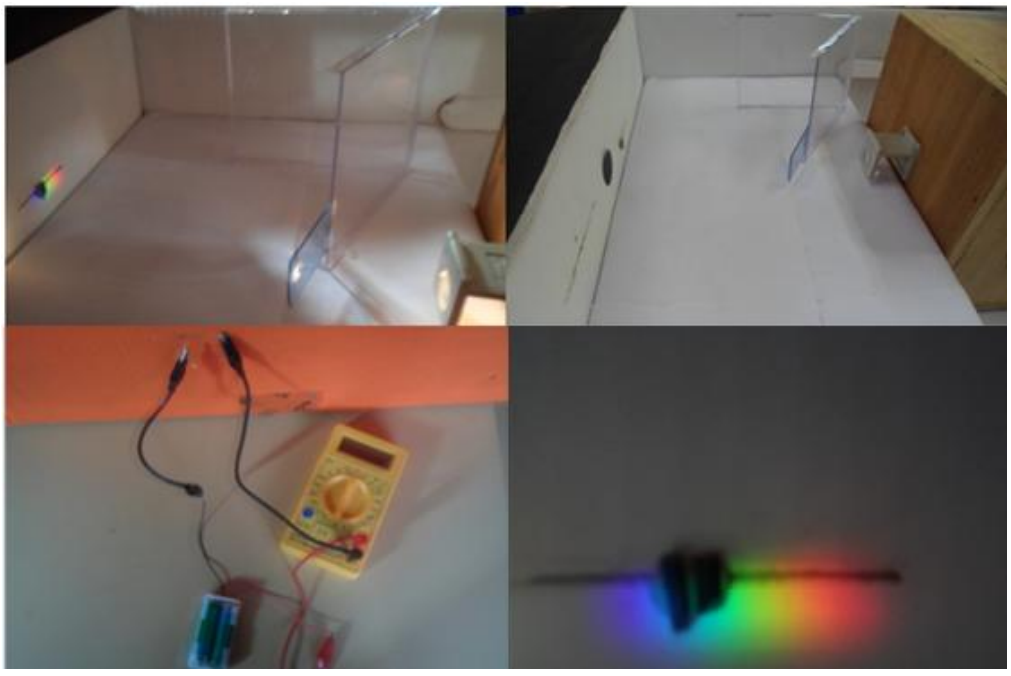
Vale ressaltar que os mecanismos pedagógicos adotados sofreram algumas modificações, com relação aos da primeira etapa, pois o tempo disponível para o desenvolvimento das atividade foi mais curto, impossibilitando a execução conforme a proposta original do produto educacional, que traz as orientações de apoio específicas para o desenvolvimento do conjunto de atividade.

12º Encontro: Interação e manipulação com o Simulador de Radiação do Corpo Negro.

O Simulador de RCN de Emissão é um experimento de produção própria, confeccionado a partir de materiais de baixo custo, tais como, caixa de papelão, lâmpada halogênea de 50 w, sensor de luz convencional, lente convergente, DVD, soquete, fios e plugue de tomada. A figura 07 traz imagens do Simulador.

Os procedimentos de montagem foram: no interior de uma caixa de madeira, foi fixada uma lâmpada halogênea, ao ser ligada a luz emitida é direcionada por uma lente para um DVD (do qual foi retirada a película metalizada), que funciona como uma rede de difração. A lâmpada foi conectada a um aparelho DIMER e este na tomada, desta forma é possível controlar a intensidade da luz utilizada na experimentação. Foi acoplado um sensor de luz móvel, e a este uma fonte de energia (duas pilhas do tipo pálito) e um multímetro, que possibilita a leitura da corrente elétrica nos pontos onde o sensor é colocado.

Figura 07 - Imagem da montagem do Simulador de Corpo Negro de Emissão



Fonte: A autora.

A primeira prática foi a apresentação do Simulador de RCN de Emissão aos cursistas. Para esta atividade os participantes formaram um grupo único, dispondo-se ao redor da mesa na qual o Simulador se encontrava. A fim de iniciar uma discussão e envolvê-los, levantaram-se algumas questões sondando o que entendiam como

sendo um "Corpo Negro" e se haviam estudado algo sobre, em sala aula na disciplina de Física. Na sequência, a proposta foi explorar os componente do Simulador e suas respectivas funções, exceto a do DVD que foi discutida posteriormente.

A medida que cada componente foi apresentado, não apenas na teoria mas na prática, demonstrando suas funções, houve a participação ativa dos cursitas que interagiram com os materiais, ligando, desligando, mudando de posições, observando e dialogando. Buscou-se sondar as informações que eles tinham sobre os dispositivos utilizados, e explorá-las para abordar o significado lógico de cada um, assim como aproveitar o momento para discutir outras aplicações, tendo em vista que grande parte destes é utilizado em aparelhos do cotidiano e muitas vezes passam despercebidos.

O principal foco de discussão foi a fonte de Luz, a lâmpada halogênea mostrada na figura 8. Para uma investigação mais atenta, a caixa de madeira (usada para proteger a fonte de Luz e colimá-la) foi aberta possibilitando retirar a lâmpada para que os alunos pudessem observar de forma detalhada sua estrutura cônica e manipulá-la. Cabe ressaltar que este procedimento não é uma recomendação geral, foi adotado especialmente para o grupo com o qual se estava trabalhando, uma vez que tal solicitação partiu do mesmo.

Figura 08 - Lâmpada usada halogênea no Simulador de RCN

Fonte: A autora.

Na sequência foram abordados os principais fatores que influenciaram na escolha deste tipo de lâmpada, primeiro seu formato cônico que favorece a emissão de Luz de forma direcional, colaborando positivamente com a eficiência da experimentação. O segundo e mais primordial está relacionado ao seu princípio de funcionamento, que é similar ao das tradicionais lâmpadas incandescentes. Por isso os

cursistas foram questionados sobre a emissão de Luz de lâmpadas desta natureza, pois suas informações prévias eram essenciais para a abordagem do novo conceito, e assim sendo, a troca de conhecimentos e significados entre eles e com a professora/pesquisadora seria elementar para consolidação de ideias e conceitos já existentes em suas estruturas cognitivas.

Obviamente a fonte de Luz não era de cor preta, e assim sendo poder-se-ia levantar a seguinte questão: Qual a relação entre a lâmpada halogênea e o tal "Corpo Negro"? Esta foi exatamente a questão posta em discussão para introduzir o novo conceito. Fez-se uma lista no quadro branco pontuando em uma coluna as característica de um corpo que emite Luz por incandescência, dando ênfase a emissão de Luz como consequência da variação de temperatura sofrida, e em outra coluna as de um corpo preto, especialmente a propriedade de absorção de Luz, trabalhando com a hipótese de que até aquele momento, dizer que um corpo era preto não era garantia de ser classificado como um Corpo Negro, já que o mesmo ainda não havia sido conceituado.

A partir das informações das colunas introduziu-se uma visão geral do conceito de Corpo Negro, como um corpo que possui ambos conjuntos de características ressaltadas. Destacando dois tipos de comportamentos, **Corpo Negro de Emissão**, corpos que emitem Luz devido a variação de sua temperatura e **Corpo Negro de Absorção**, corpos que têm a capacidade de absorver toda Luz incidente sobre eles. A lâmpada halogênia possui comportamento similar ao de emissão, daí a importância de usá-la como fonte de Luz para a experimentação.

Para finalizar, foi entregue a eles uma cópia do texto "Radiação de Corpo Negro", sugerindo que fizessem a leitura em suas casas para discussão no próximo encontro, no qual seria abordado a relação entre Estrelas e Corpo Negro de Emissão, e iniciado o processo de experimentação com o Simulador.

13º Encontro: Leitura e discussão do texto "Radiação do Corpo Negro" e início da experimentação com o Simulador de RCN.

Na primeira parte aconteceu a leitura compartilhada do texto "Radiação de Corpo Negro", entregue no final do encontro anterior. Ele traz algumas informações sucintas relacionadas ao desenvolvimento histórico dos estudos sobre Corpo Negro, enfatizando a importância deste para as bases da Mecânica Quântica. Além de abordar

exemplos de corpos que possuem comportamento similar de um Corpo Negro de Emissão, tais como, carvão e ferro em brasa, lâmpadas de filamento e Estrelas, trazendo imagens como a figura 09 para auxiliar nos estudos propostos.

Figura 09 - Exemplos de corpos incandescentes

Fonte: http://texere.blogspot.com.br/2004_10_01_archive.html (modificado)

Acessado em : 28/03/16

Esta prática possibilitou discutir a relação existente entre Corpo Negro de Emissão e Estrelas, destacando que conforme se avança nos estudos deste conceito, é possível compreender com mais clareza o comportamento apresentado pelos variados tipos de Estrelas e a Luz que emitem nos diferentes estágios de suas vidas. Ao longo da discussão do texto os cursistas tiveram liberdade para fazer comentarios, trocar informações, expor opiniões e questionamentos pertinentes.

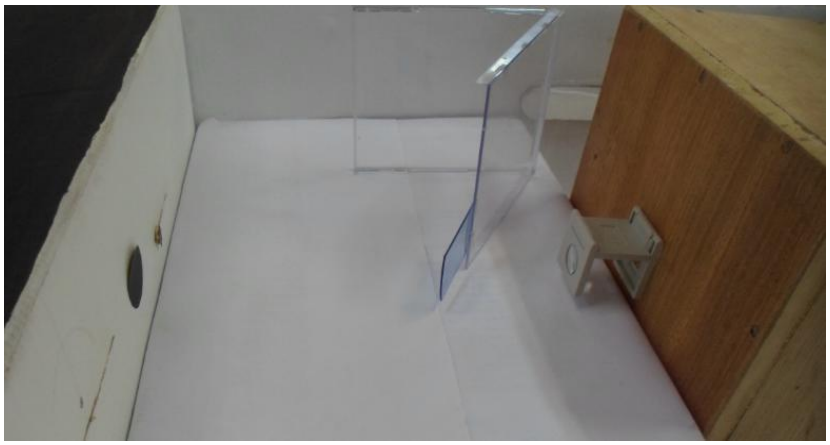
Dando prosseguimento aos estudos de RCN os cursistas foram convidados para a primeira atividade de experimentação com o Simulador, podendo manipular livremente seus componentes, considerando que já haviam conhecido os mesmos, assim como, suas respectivas funções, tendo condições de desenvolverem em grupo uma proposta de procedimento, que permitisse obterem informações sobre a Luz da fonte, ou seja, parte visível da radiação do suposto Corpo Negro.

Neste primeiro momento não foi utilizado o DVD, o estudo foi centrado apenas no comportamento do *spot* de Luz branca. Eles receberam uma folha impressa com enunciado sucinto da atividade e um campo em branco, disponibilizado para anotações de ideias, hipóteses, resultados e demais esquemas e representações que julgassem necessário.

14º Encontro: Experimentação com o Simulador de RCN: Investigando a relação entre cor de Luz (Comprimento de Onda) e Corrente elétrica.

A atividade foi uma continuação do processo de experimentação iniciado anteriormente, a novidade estava na introdução do DVD transparente na montagem do Simulado de RCN. Não é necessário utilizar uma peça inteira apenas um pedaço, que pode estar acoplado a um suporte facilitando a movimentação da peça, que no caso particular, conforme pode ser visualizado na figura 10, foi usada a própria capa do DVD como suporte.

Figura 10 - Montagem do Simulador de RCN com suporte do DVD

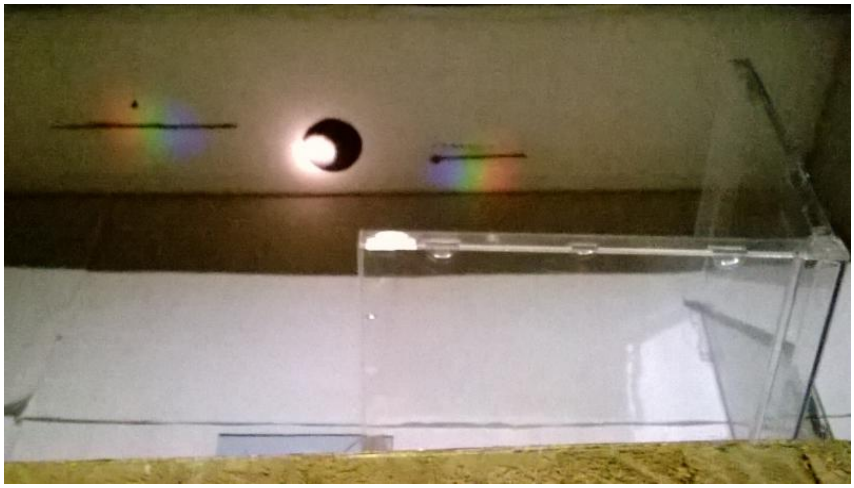


Fonte: A autora.

De forma semelhante ao encontro anterior, foi entregue aos cursistas uma folha impressa contendo o enunciado da atividade de experimentação, e um campo em branco disponível para suas anotações e representações. A escolha da posição mais adequada para introduzir o DVD e eventuais modificações na montagem do Simulador ficou a critério deles. Assim, buscou-se aguçar o espírito investigativo, a interação com o material e desenvolver suas habilidades de criatividade, para construir e testar hipóteses.

O DVD funciona como uma rede de difração, ou seja, quando um facho de Luz passa por ele uma parte é dispersa projetando espectros contínuos, com nitidez, intensidade e tamanhos diferentes, e outra parte que atravessa o DVD sem dispersão, aparece na forma de um spot de luz branca ao fundo, conforme pode ser visualizado na figura 11.

Figura 11 - Projeção dos espectros gerados pelo Simulador RCN



Fonte: A autora.

No decorrer da prática de experimentação, foram discutidas algumas informações em momentos estratégicos, no sentido de integrar conhecimentos novos com outros já existentes, e assim favorecer o desenvolvimento de um processo de subsunção correlativa, e no sentido de reafirmar ideias e conceitos estudados anteriormente, e neste caso favorecer um processo de subsunção derivativa.

O espectro contínuo é característico da Radiação emitida por um Corpo Negro, desta forma ao ser visualizado pelos cursistas, por meio da manipulação do DVD, foi possível discutir esta informação buscando integrá-la ao conceito de espectro, estudado durante a primeira etapa. E revisar os tipos de espectro, contínuo, absorção e de emissão, e a singularidade de cada um, assim como, a relação entre as diferentes cores de Luz e seus respectivos Comprimentos de Onda (ou Frequência). Isso foi feito por meio da introdução de perguntas simples tais como: Qual o nome do efeito visualizado? Quais foram os tipos de espectros estudados durante a experimentação anterior? dentre outras.

Ao percorrem o espectro com o sensor de Luz (procedimento adotado pelos próprios cursistas) perceberam rapidamente que havia uma variação da corrente elétrica, e diante desta descoberta, introduziu-se na discussão ideias e informações relacionadas a elementos da teoria proposta por Einstein em 1905, que deu origem ao chamado modelo do comportamento Dual da Luz, e possibilitou uma nova interpretação para o entendimento da Luz. Vale ressaltar que, por uma questão de foco de pesquisa e tempo estas informações foram discutidas em uma visão bem geral, na

qual deu-se uma atenção especial a relação entre Frequência e a Quantização de Energia.

Os procedimentos experimentais foram feitos e refeitos conforme eles julgaram convenientes, todos os dados obtidos, esquemas e orientações adotadas foram anotados na folha de registro, para posterior análise, discussão e construção de uma hipótese de explicação.

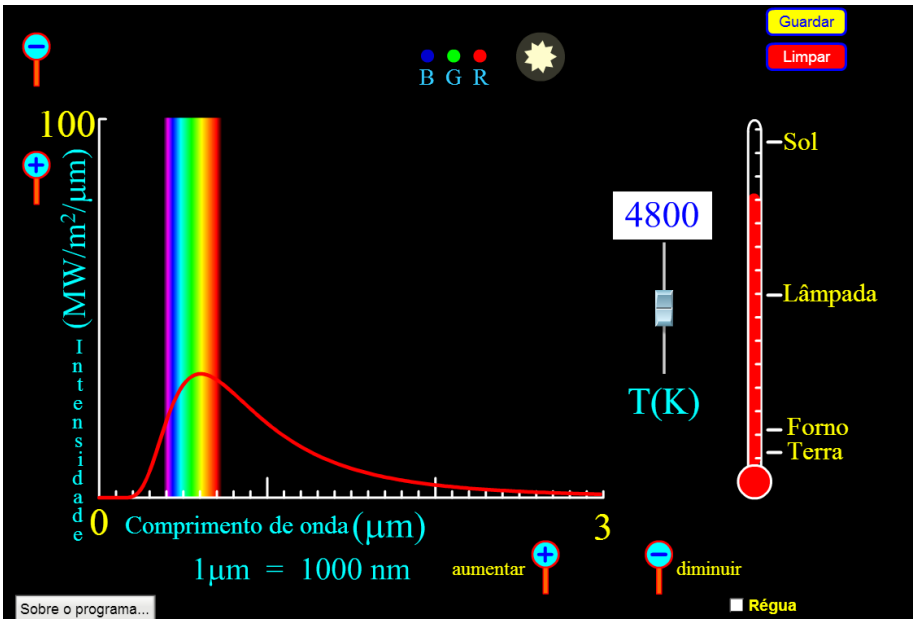
15º Encontro: Análise e discussão dos resultados obtidos na experimentação com o Simulador de RCN.

De posse dos registros de dados e informações coletados durante as duas fases da experimentação com RCN, ou seja, tanto no estudo do spot de Luz branca, quanto no estudo da Luz dispersa, os cursistas deveriam construir uma proposta de explicação para os resultados obtidos, com base em suas ideias, conhecimentos e experiências, podendo manipular o Simulador para repedir procedimentos, ou observar algo que julgassem pertinente. Este momento a interação, no sentido de troca de significados e informações, restringiu-se exclusivamente aos cursistas, cabendo a professora/pesquisadora apenas apresentar a atividade e instigá-los a desenvolvê-la assumindo uma postura de jovens experimentadores.

16º Encontro: Experimentação Virtual (Análise do Gráfico de RCN): Explorando a relação entre a Temperatura e a cor de Luz emitida por um corpo.

A Segunda atividade de experimentação proposta foi uma simulação virtual sobre RCN, do banco de aplicativos da Universidade do Colorado (disponível em: https://phet.colorado.edu/pt/simulation/blackbody-spectrum), que permite visualizar o gráfico característico de um Corpo Negro, propiciando o estudo da curva que representa a relação entre Intensidade de Luz e Comprimento de onda, para diferentes Temperaturas. A figura 12 a seguir mostra a página inicial deste simulador virtual na qual pode-se ver todos os botões e ícones disponibilizados para manuseio.

Figura 12 - Visão geral do simulador virtual Radiação do Corpo Negro



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt/simulation/blackbody-spectrum

O simulador permite fazer alterações no valor da temperatura (expressa por T(K)). As variações são indicadas de duas formas, uma digital, em um visor logo acima do botão de controle, e uma analógica, representada por meio de um termômetro, no qual são indicadas marcações de graduações e valores correspondentes à temperatura da Terra, de um Forno, de uma Lâmpada e do Sol (veja a figura 12). Na parte superior do simulador encontra-se um símbolo representacional de Estrela, à medida que são introduzidas Temperaturas próximas das atmosferas estelares, o símbolo representa a cor provável da estrela que possui tal temperatura, branca, amarela, alaranjada, vermelha ou azul.

Por uma questão de tempo não foi possível desenvolver está atividade seguindo todas as orientações fornecidas no produto educacional, conforme planejado inicialmente, sendo necessário fazer mudanças na perspectiva de apresentação da mesma, para que o curso pudesse ser finalizado dentro do prazo estipulado, tendo em vista o início das férias escolares do mês de Julho.

A atividade iniciou-se com uma apresentação feita pela professora/pesquisadora do simulador virtual Radiação do Corpo Negro, e seus respectivos recursos e funções. A medida que a experimentação foi acontecendo, buscou-se fazer um paralelo entre a experimentação com o Simulador de RCN desenvolvido pelos cursistas, afim de

integrar conhecimentos e informações, além de favorecer a construção de conceitos. Diferentemente das outras adotadas, esta experimentação foi abordada com um caráter demonstrativo incentivando a construção de Aprendizagem por Recepção (APR).

A medida que a Temperatura foi variada pode-se observar o aparecimento da curva que caracteriza a emissão de um Corpo Negro, e as modificações que ocorrem conforme a Temperatura se eleva, com isso e chamando a atenção para o espectro contínuo representado ao fundo do plano da curva (figura 12), foi possível abordar questões ligadas a relação entre a Temperatura de um corpo e o Comprimento de Onda máximo emitido ou Frequência máxima, a relação Temperatura e cor de Luz, e as contribuições de Max Planck para a compreensão do comportamento de um Corpo Negro.

Apesar desta atividade ter sido conduzida em um viés mais expositivo, não se desprezou a participação ativa dos cursistas, pelo contrário, buscou-se envolvê-los na experimentação, dando liberdade para que escolhessem os valores de Temperaturas a serem inserido, introduzindo questões do tipo: Para essa Temperatura que cor será a Estrela? Em qual faixa estaria a frequência máxima emitida por esta Estrela?, dentre outras. Além dos diálogos para integrar as duas experimentações vivenciadas, retomando e discutindo os resultados que haviam obtido.

17º Encontro: Avaliação Formativa 02.

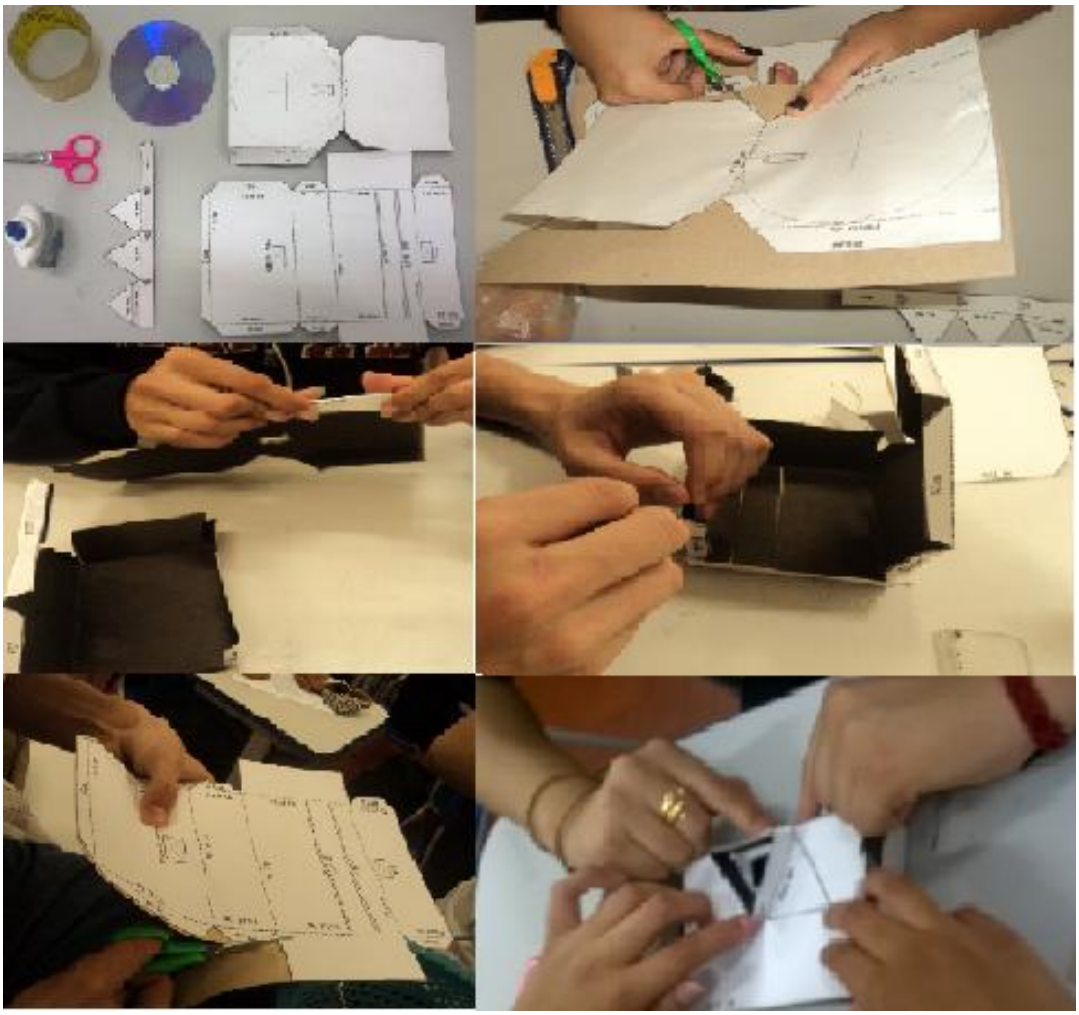
Ao encerrar as atividades do conjunto temático de atividades, Estudando as Estrelas, como estratégia de verificação da aprendizagem dos cursistas, foi proposto um questionário final, a ser respondido de forma individual, contendo 5 (cinco) questões abertas (disponível no apêndice D), sendo as quatro primeiras relacionadas a ideias e informações ligadas ao conceito de Corpo Negro e Estrelas, e a última um pouco mais subjetiva, relacionada as experiências pessoais ao desenvolverem a atividade com o Simulador de Radiação do Corpo Negro.

6. Análise e Resultados

1º Encontro: Montagem de um Espectroscópio de baixo custo

Após apresentada a proposta da construção do "instrumento" e de posse dos materiais necessários, os cursistas desenvolveram com êxito a atividade proposta, a figura 13 mostra os materiais utilizados e diversos momentos de interação durante o desenvolvimento.

Figura 13 - Cursistas construindo o instrumento



Fonte: A autora.

A pesquisadora pode notar no decorrer da atividade o comprometimento dos cursistas na construção, seguindo todas as orientações fornecidas e observando cada detalhe do instrumento a medida que ganhava forma. Além dos olhares lançados, suas falas tornaram evidente a curiosidade gerada com relação ao uso do mesmo. A medida que foram finalizando a construção, o manipularam tentando descobrir sua finalidade e

fizeram comentários sobre sua aparência, a seguir são dispostas algumas falas, registradas no diário de bordo, que representam as interações ocorridas e as ideias iniciais apresentadas por eles.

Cursista A: *Professora para que serve isso?*

Cursista B: *Como vamos utilizar esse objeto?*

Cursista C: *Para que serve este CD?*

Cursista D: *Parece uma câmera fotográfica daquelas mais antigas.*

Cursista E: *É verdade, parece mesmo.*

Cursista F: *Professora, qual o nome desse objeto que fizemos?*

Mesmo com os questionamentos levantados pelos cursistas, a professora/pesquisadora teve o cuidado em não dar informações que comprometessem o desenvolvimento das atividades que se seguiriam, pelo contrario, buscou-se aguçar ainda mais a curiosidade deles para que construíssem suas própria hipóteses e as explorassem.

Mediante as orientações, manipularam o "instrumento" construído, alguns o comparam a uma máquina fotográfica antiga, conforme explicitado nas falas já citadas. Estes olharam pela janela de visualização esperando ver alguma imagem, conforme eles mesmos disseram. Outros olhavam suas partes, giravam, trocavam coisas de lugar, buscando ver alguma forma de investigar a Luz, pois a grande questão era: Como utilizar o "instrumento" construído para estudar a Luz.

Pode-se dizer que a meta traçada para este encontro foi alcançada com êxito, os cursistas se envolveram com a atividade, realizaram a montagem do "instrumento" de forma cooperativa e interagiram com este demonstrando indícios do início de uma apropriação do "instrumento", essencial para que o mesmo se tornasse significativo para eles, além de trocarem informações entre eles na tentativa de levantar hipóteses para seu uso, baseando-se a priori na aparência física.

2º Encontro: Manipulação, Exploração e Construção de uma proposta sobre as possibilidades de uso do Espectroscópio.

Durante a discussão sobre a natureza das Estrelas duas questões foram levantadas. As falas mais relevantes que expressaram as concepções e os modelos mentais referentes às ideias, aos conceitos e às informações relacionadas foram

registradas no diário de bordo. A seguir, são dispostos alguns trechos de respostas apresentadas pelos cursistas.

- Como você explicaria para um colega o que é uma Estrela?

Cursista A: *São redondas, ficam mais de 1 milhão de anos luz da Terra.*

Cursista B: *Eu sempre falo que uma estrela é um sol [..].*

Cursista C: *É um fragmento de matéria espacial.*

Cursista D: *Através de anos alguns pedaços de rocha estelares se aglomeraram, e tornaram estrelas muito maiores;[..].*

Cursista E: *É um astro, que na verdade já está morta há anos.*

Cursista F: *É um astro que tem luz e calor próprio.*

-Quando olhamos para uma estrela, qual é a informação mais expressiva que podemos perceber?

Cursista A e D: *Elas ficam piscando, algumas parecem que mudam de cor.*

Cursista *B:* *A luz delas.*

As outras falas apresentadas foram basicamente derivações, por isso são dispostas somente estas duas.

Analisando as respostas referente a primeira questão, nota-se a presença de diferentes concepções, que por sua vez, podem ser enquadradas em duas categorias distintas, sendo elas, **Propriedades Gerais Estelares** e **Estrelas Sólidas**.

Propriedades Gerais Estelares: respostas que apresentaram ideias e/ou informações ligadas ao conceito científico de Estrelas e suas características, tais como, liberação de calor, temperatura, dimensões, diâmetro, e a identificação do Sol como uma Estrela, presentes nas falas dos cursistas A, B e F. Estes elementos são os que constituem essa categoria.

Estrelas Sólidas e Inertes: expressam ideias e/ou informações relacionadas a Estrelas desprovidas de vida, assim como, formadas por rochas ou fragmentos espaciais, como é o caso das falas dos cursista C e D. Estes pensamentos talvez sejam reflexos de conhecimentos relacionados a chuvas de meteoros, as famosas "Estrelas Cadentes", tendo em vista que durante a discussão o cursista D fez uma fala referente à "queda" de estrelas na Terra, no entanto, expressando um pouco de dúvida

em sua fala. Outra fala enquadrada nesta categoria foi a do cursista E que associou Estrela a um astro morto, chegando a dizer a seguinte fala: “*Não é verdade professora, que as estrelas que nos vemos no céu já morreram há muito tempo?”.*

A pesquisador aponta a existência de elementos que demonstram a presença de informações vinculadas ao comportamento da Luz emitida por uma Estrela, em suas concepções prévias, porém sem muita clareza. É interessante, pois isto mostra que independente da procedência do contato com estas informações, se via formal ou não formal, o cursista assimilou a ideia central e demonstrou interesse em saber mais.

Referente a segunda questão, foi introduzida para chamar atenção para a natureza da Luz das Estrelas, e assim fazer uma conexão com o "instrumento" construído no encontro anterior e retomar a discussão de como utilizá-lo para o estudo da Luz. As respostas foram favoráveis a esta iniciativa citaram o brilho das Estrelas e a Luz emitida por elas como informações expressivas, tais falas permitiram fazer a conexão planejada com facilidade.

Em geral, a discussão foi bem sucedida, os cursistas participaram ativamente, responderam as questões demonstrando grande empolgação com o tema Estrelas e introduziram outras questões, expuseram dúvidas compartilharam informações e significados.

A fim de sondar o perfil do público com o qual se estava desenvolvendo a/o pesquisa/projeto, indagou-se também em relação a estudos já realizado com respeito à Astronomia. Uma parte deles afirmaram ter participado de outros cursos e palestras relacionadas a esta área, alguns apesar de não terem participado, por falta de oportunidade segundo eles, disseram buscar informações em livros didáticos, sites da internet e documentários, e outros disseram estar tendo o primeiro contato com a área através do curso. Apesar de terem percorrido caminhos diferente, todos tinham um foco em comum, apreender mais sobre Astronomia.

Na sequência das atividades, a professora/pesquisadora propôs que elaborassem em grupos uma hipótese de uso para o "instrumento" construído, registrando em uma folha, ideias, esquemas, desenhos e tudo mais que considerassem relevante. Não foi possível finalizar a atividade neste encontro por isso foi desenvolvida em dois encontros. No entanto, por se tratar de uma continuidade necessária, na contagem geral de encontros foi considerado apenas com sendo um. Inicialmente,

foram formados cinco grupos, porém, alguns cursistas faltaram e não finalizaram a atividade, por este motivo será apresentada apenas as propostas completas, com base nas observações e fotografias realizadas durante o desenvolvimento da atividade, e apoiado no escritos e descrições registrados por eles.

O **grupo A** apresentou três ideias principais, segundo eles tiveram outras, mas as registradas em seus escritos foram três, referente ao uso do "instrumento", o qual chamaram de "Luz Câmeradimencional".

1. A hipótese I foi iluminar o DVD por meio da fenda superior como mostra figura 14 a, a luz seria refletida no triângulo da borda da janela projetando um "arco-íris" no papel preto, conforme o desenho feito por eles representado na figura 14 b.
2. Como hipótese II, o DVD deveria ser iluminado através da janela de visualização, localizada na parte frontal como pode ser visto na figura 14 c, a luz seria refletida nas bordas do triangulo e olhando dentro do suporte do DVD poderia se ver uma linha de luz branca (pois segundo eles esta é a junção de todas as cores), que seria a luz refletida, a figura 14 d traz o registro do resultado do teste realizado.
3. Por fim, a hipótese III seria iluminar o DVD através da fenda superior usando uma Luz *"especifica"* (termo utilizado pelos cursistas), como a Luz Negra que entraria em contato com o DVD e seria então refletida para fora da caixa pela janela, esta que serviria como projetor da Luz que se tornaria Branca. Esta ideia não pode ser testada, uma vez que não havia uma Luz Negra disponível.

Figura 14 - Hipóteses propostas pelo do Grupo A

a) Representação da montagem da hipótese I

b) Desenho do "arco-íris" visualizado

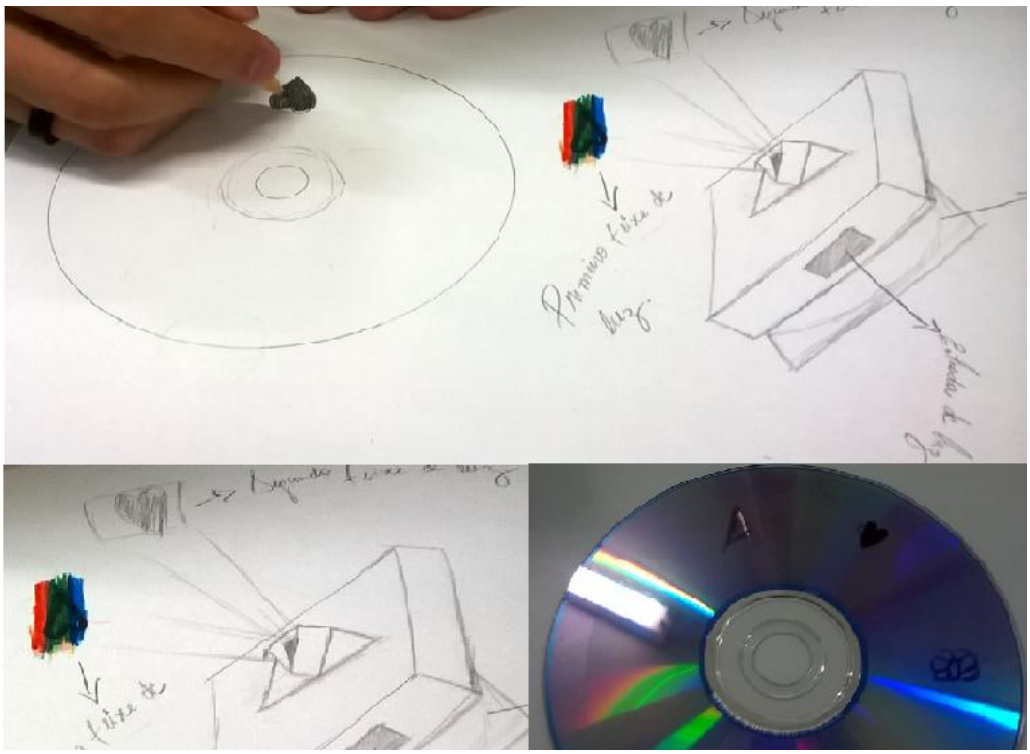
c) Representação da montagem da hipótese II

d) Luz refletida formado Luz branca

Fonte: A autora.

O **grupo B** apresentou somente uma hipótese de uso para o "instrumento", o qual denominaram "Projetor de Imagens". Segundo eles: *"é possível enxergar cores quando iluminamos a entrada do objeto. Ou seja, a luz projetada reflete cores. Quando desenhamos no DVD, as cores e a luz refletida tem a deformação do objeto desenhado, a ideia se assemelha a um projetor de imagens, câmera, etc.[...]"*. Eles fizeram um desenho do procedimento e dos resultados obtidos ao realizarem os testes, que podem ser visto na figura 15, a qual também traz a imagem do DVD utilizado por eles.

Figura 15 - Proposta do Grupo B



Fonte: A autora.

Observando a Figura 15, a pesquisadora pôde notar que eles representaram dois fachos de Luz refletida, um colorido e um branco. Ambos projetando a imagem de um coração, sendo o primeiro uma imagem direta e o segundo uma imagem invertida. Apesar de em seus relatos escritos referirem-se mais ao facho de Luz colorida, durante os testes da hipótese deram uma atenção especial ao facho de Luz branca, provavelmente por este ter sido observado primeiro.

Inicialmente, o grupo B iluminou o DVD pela janela frontal utilizando uma lanterna de celular (veja figura 16), segundo eles o mesmo iria direcionar a Luz para um ponto único, "como um projetor de filme de cinema", seguindo esta hipótese tiveram então a ideia de fazer desenhos no DVD, pois acreditavam que a imagem seria projetada, e assim o fizeram, obtendo o resultado esperado. Extremamente animados e envolvidos para explorar ainda mais o "Projetor", começaram então a procurar posições que permitissem maior nitidez da imagem. Um fato que intrigou muito a eles foi a projeção da imagem invertida da figura do coração, e ao observar este fato, expressaram questionamentos do tipo:

Aluno B: *Nossa! O coração está invertido. Que estranho.*

Aluno D: *É verdade, mas se invertermos a posição do DVD vai ficar certo.*

Aluno B: *Professora, por que a imagem fica invertida?*

Com relação ao questionamento, a professora/pesquisadora rebateu a questão aos cursistas do grupo, a fim de estimulá-los a pensar sobre o fenômeno observado.

- “Por que vocês acham que a imagem ficou invertida?”

Eles olharam atentamente para a imagem e o esquema de montagem que estavam seguindo, a resposta apresentada foi relacionar a inversão da imagem exclusivamente com a reflexão sofrida pela Luz ao incidir sobre o DVD. Para que a imagem projetada não ficasse invertida eles inverteram o desenho feito no DVD, desta forma a mesma ficaria "certa", o resultado pode ser visto na figura D. Na medida em que buscavam melhorar a qualidade da imagem, descobriram o facho de Luz colorido, no qual estava impressos traços escuros do formato do coração, o que prendeu a atenção deles a ponto de escolherem este para descrever a hipótese proposta.

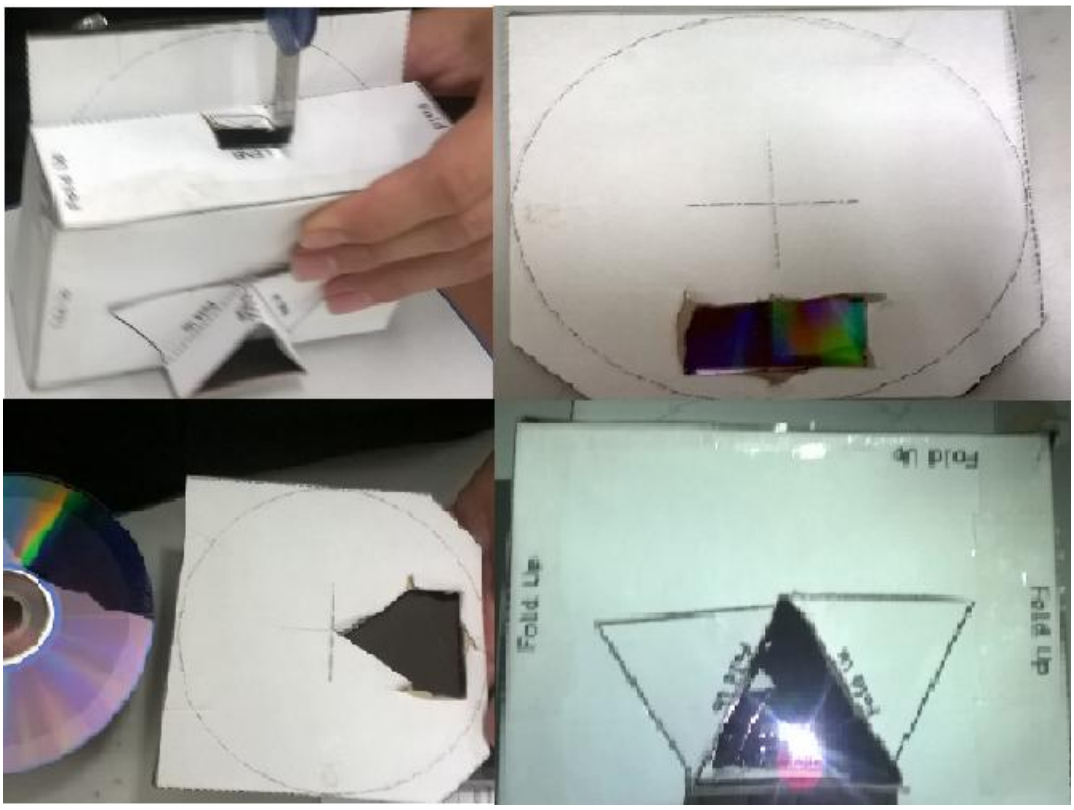
Figura 16 - Resultados obtidos pelo Grupo B

Fonte: A autora.

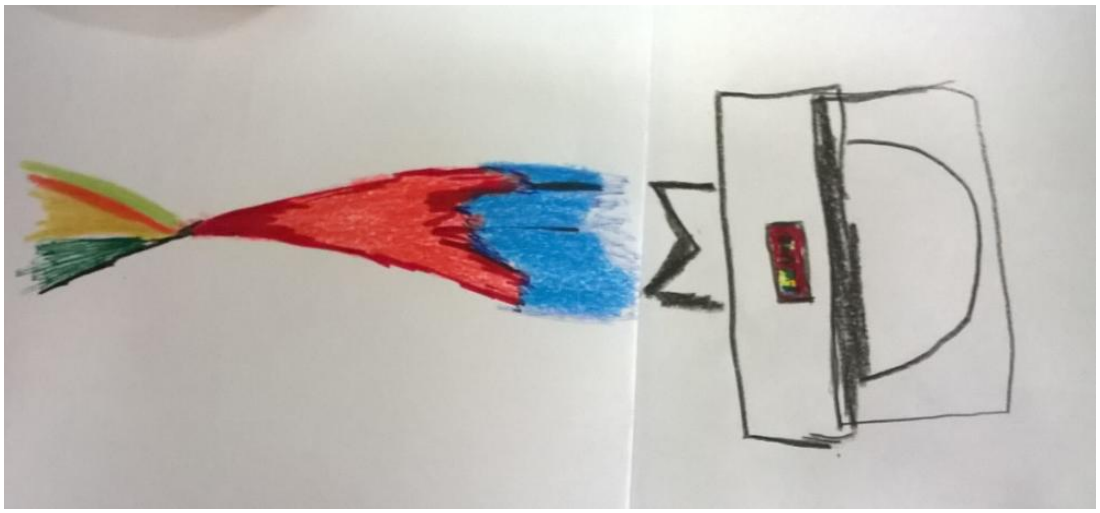
Os cursistas do **grupo C** não deram nome ao "instrumento", fizeram um relato das ideias que tiveram e os resultados obtidos à medida que as testaram. Inicialmente, pensaram em iluminar o DVD por meio da fenda superior e notaram que aparecia um "*efeito*" com várias cores, porém, o mesmo era pequeno. Então realizaram algumas modificações na estrutura do "instrumento" a fim de obter uma qualidade melhor.

A primeira modificação foi ampliar a fenda superior recortando todo o retângulo nela tracejado, pois afirmavam que se entrasse mais Luz no "instrumento" o efeito seria ampliado. Na sequência recortaram a janela do suporte do DVD, tendo em vista que, uma vez que entrava mais Luz era necessário uma área maior de contato para a reflexão, por fim retiraram partes do retângulo da janela de visualização, deixando-a em um formato totalmente triangular com mesma medida do triângulo da parte externa, ampliando assim a saída da Luz refletida. A figura 17 traz imagens dos procedimentos efetuados pelos cursistas. Após o término das modificações estruturais foram realizados novos testes e produziram um desenho representando o "*efeito"* visualizado, que segundo eles tinha o formato de dois triângulos, semelhante a imagem de um cálice, como pode ser visto na figura E b.

Figura 17- Proposta do Grupo C



a) Modificações feitas pelo cursistas do grupo C na estrutura do "instrumento"



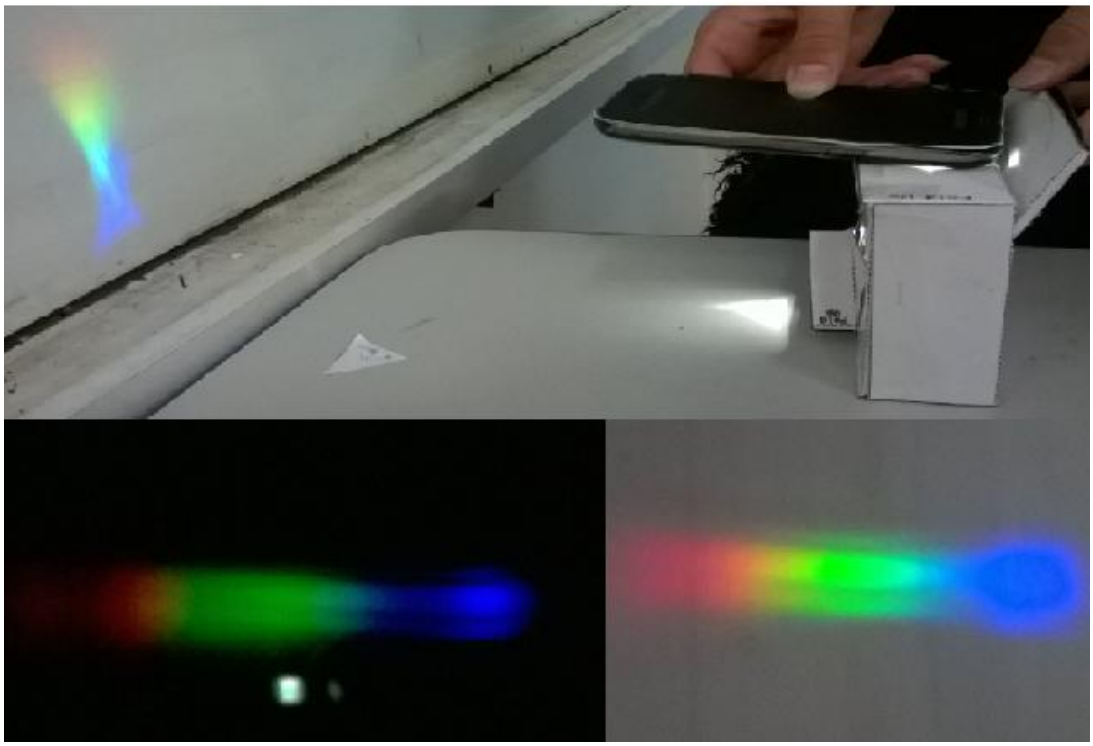
b) Desenho do fenômeno visualizado pelo grupo C.

Fonte: A autora.

Ao realizarem os testes os cursistas projetaram a Luz em uma folha de sulfite branca, logo tiveram a ideia de usar o quadro branco como suporte para projeção e assim o fizeram. A imagem encontrada apresentou-se um pouco desfocada, então a professora/pesquisadora sugeriu que manipulassem o "instrumento" a fim de obter

uma imagem mais nítida. Animados com os resultados obtidos até aquele momento, pois com as modificações realizadas haviam conseguido ampliar a imagem do *"efeito"*, eles seguiram as orientações e obtiveram uma imagem nítida de um tamanho bem considerável. Dado a simplicidade do "instrumento" que utilizavam foi possível ver com clareza todas as cores de Luz visível. A figura 18 traz o registro do procedimento escolhido pelos cursistas e os resultados encontrados.

Figura 18 - Resultados Obtidos pelo Grupo C



Fonte: A autora.

Estes foram os três grupos que desenvolveram a atividade completa, ou seja, elaboram e testaram hipóteses referentes ao uso do "instrumento". Havia mais dois grupos, no entanto, por motivo de falta em um dos encontros não concluíram, por isso suas propostas não foram apresentadas.

Tendo em mente que naquele momento o foco principal era iniciar o processo de sondagem dos conhecimentos prévios dos cursistas, tanto com relação à temática “Luz das Estrela” quanto ideias, informações e conceitos ligados a Luz, os resultados obtidos nesta primeira etapa de experimentação com o Espectroscópio, nome este desconhecido até então pelos cursistas, mostrou-se bastante satisfatória.

A medida que interagiram com os companheiros de grupo discutindo ideias e informações, com a professora/pesquisadoras expondo dúvidas, dificuldade

encontradas e produzindo registros escritos e representativos de suas hipóteses, foi possível: desenvolver a sondagem e reconhecer o público com o qual se estava trabalhando. O que era fundamental para o progresso das atividades e do curso como um todo, tendo em vista que os conhecimentos prévios são a base para o desenvolvimento da Aprendizagem Significativa.

A escolha de não apresentar inicialmente o nome do Espectroscópio mostrou-se válida, pois desta forma os cursistas foram motivados a pensar e serem criativos para construir as hipóteses, até mesmo para nomear o "instrumento", uma vez que não tinham pista nenhuma relacionada ao papel do mesmo, a única informação era que estava relacionado ao estudo da Luz, ou seja, com a temática do curso.

Antes do início da discussão proposta no inicio do 2ª Encontro, a professora/pesquisadora perguntou aos cursistas quem havia manipulado o "instrumento" em casa. Uns disseram que sim outros que não, porém todos mostram-se ansiosos para utilizar o instrumento construído. Uma fala apresentada por uma cursista chamou a atenção:

Cursista I: *A senhora nem falou o nome dessa caixinha, nem dava para pesquisar na internet. Eu até tentei mas nem sabia como pesquisar, se tivesse o nome era mais fácil, daí saberia para que serve.*

A internet é um recurso muito utilizado para obter informações com rapidez e facilidade. Uma vez despertada a curiosidade dos cursistas e considerando a grande acessibilidade de navegação, a internet tanto custeada com recursos pessoais quanto disponibilizados pela própria escola, por meio das Salas de Tecnologias, é de se esperar que um ou outro recorresse a este recurso. Para esta etapa em especial não era conveniente, uma vez que a experimentação foi usada como ferramenta para o levantamento prévio, preservar o nome do Espectroscópio permitiu a investigação criativa dos cursistas.

3º Encontro: Socialização e demonstração da proposta referente ao uso do Espectroscópio construído.

As carteiras da sala foram organizadas formando um semicírculo com uma mesa a frente, disponibilizada como suporte para os cursista, caso necessitassem na exposição da proposta de suas hipóteses sobre o uso do "instrumento".

O **grupo A** escolheu a hipótese II para expor, dentre as três que elaboraram. Até chegaram a comentar sobre as outras duas propostas desenvolvidas, porém se ativeram com mais dedicação a esta. Apresentaram o nome escolhido "Luz Câmeradimencional" e o justificaram com base em aspectos ligados a aparência do objeto e a ideia do estudo da Luz. Realizaram a demonstração da hipótese, com passo a passo do procedimento adotado e explicaram o surgimento do fenômeno visualizado, com base em seus modelos mentais. E mostraram para cada um dos colegas de forma individual o resultado obtido, uma linha de Luz branca dento do suporte do DVD.

Na sequência foi a vez do **grupo B**, iniciaram apresentando o nome dado, "Projetor de imagens", pois segundo eles, ao incidirem Luz sobre o DVD uma imagem seria projetada e direcionada para um único ponto. Então, discutiram um pouco sobre as ideias que tiveram para o desenvolvimento da experimentação, tal como desenhar sobre o DVD um coração, por se tratar de uma representação simples, e então verificar sua projeção.

O próximo passo foi a realização da demonstração, e para tal as luzes da sala foram apagadas propiciando um melhor visualização, tendo como resultado a projeção de duas imagens em forma de coração: uma imagem do coração de cor preta no fundo branco e uma outra de coração de contorno preto no fundo colorido, conforme mostrado na representação presente na figura C. Buscaram manipular os equipamentos, Espectroscópio e a lanterna do celular, a fim de projetarem a imagem mais nítida possível, dando uma atenção especial para imagem preta/branca. Esta atenção especial, na interpretação da professora/pesquisadora, se deu devido ao fato desta projeção apresentar-se com maior nitidez.

Ainda na busca por uma imagem de qualidade, propuseram retirar o suporte do DVD do "instrumento", de forma que pudessem incidir a Luz diretamente sobre este objeto, e assim o fizeram, obtendo com resultado uma imagem mais ampla que as obtidas até então e com ótimo grau de nitidez. O grupo B chegou a comentar sobre uma hipótese não testada, que seria iluminar o DVD por meio da fenda superior, pois desta forma a Luz ficaria direcionada para o mesmo, tendo em vista sua inclinação, e ressaltaram que para isso seria necessário ampliar a janela do suporte permitindo que a Luz tivesse um contato maior com a área do DVD.

Por fim o **grupo C,** que não nomeou o "instrumento", apresentou sua hipótese. Iniciaram relatando e mostrando as modificações que realizaram no "instrumento" e as

motivações que os levaram a tais ações. Fizeram as ampliações da fenda de entrada de Luz, da janela do suporte do DVD, janela esta pela qual a Luz incidente entra em contado com o DVD, e da janela de visualização. Logo depois, com as luzes da sala apagadas, reproduziram o método experimental adotado e obtiveram como resultado a decomposição da Luz branca nas cores visíveis, ou seja, o espectro visível da Luz. As denominações, espectro e decomposição, não foram utilizadas pelos cursistas, somente adotadas aqui para melhor descrever as ações realizadas por eles e a compreensão do texto pelo leitor.

Observando e analisando o comportamento dos cursistas e seus registros escritos, durante o desenvolvimento das atividades de elaboração da hipóteses de uso para o "instrumento", e suas falas durante as apresentações, pode-se listar algumas de suas concepções prévias, com relação ao "instrumento" e conceitos Físicos ligados ao estudo da Luz, conforme é apresentado de forma sucinta no quadro 02.

Quadro 02 - Concepções prévias iniciais apresentas pelos cursistas

Concepção Prévia	**Grupos**
Desconheciam o "instrumento"	Todos
Reconhecem que a Luz branca pode ser decomposta em cores	Todos
Identificam a capacidade que a Luz tem de refletir	Todos
Relacionam reflexão de Luz com projeção de imagens	Grupo B
Associam a posição de incidência de Luz com a nitidez da imagem formada	Grupo B e C

4º Encontro: Leitura e discussão do texto "A Luz dos elementos químicos".

Para esta atividade, assim como em todas de leitura e discussão, as carteiras foram organizadas em roda a fim de facilitar as interações e orientações. O ponto de partida foram as propostas apresentadas no encontro anterior, os cursistas ficaram

intrigados para saber qual delas era a "correta", quem havia "acertado" o procedimento de uso do espectroscópio. Foi feita uma sucinta revisão das hipóteses de cada grupo, considerando todas como possibilidades de uso.

Logo no início do encontro, os textos foram colocados sobre uma mesa próxima a roda, ao perceberem este material alguns cursistas rapidamente dirigiram-se a mesa com o intuito de lê-lo, porém a professora/pesquisadora interveio dizendo a eles que era para discussão após a revisão. Esta ação mostrou o quanto os alunos estavam "ansiosos" por mais informações sobre o "instrumento", o que era essencial para o avanço das atividades. Feita a revisão das hipóteses, os cursistas receberam uma cópia do texto “A Luz dos elementos químicos", a maioria deles dedicaram-se atentamente a leitura antes mesmo de iniciar a leitura compartilhada, esta que foi feita de acordo com a descrição disposta na metodologia pedagógica.

Os cursistas foram bastante participativos, mostram-se interessados nas ideias relacionadas ao teste da chama e no trabalho desenvolvido por Busen e Kirchhoff. Observaram atentamente as imagens do texto, identificaram com facilidade o "instrumento" como sendo um tipo de Espectroscópio simples. Eles afirmaram não ter tido contato nenhum com informações sobre os elementos trazidos pelo texto, até mesmo os relacionados ao teste da chama, que é estudado normalmente na disciplina de química. Em suas falas, ressaltaram a diferença entre o primeiro Espectroscópio, que para eles parecia bem estranho, e o modelo que tinham em mãos.

De maneira geral, pode-se dizer que a interação dos cursistas com o material fornecido e as discussões propostas foram ao encontro do objetivo da atividade. Notou-se o quão envolvidos estavam, pelo menos a maioria, permitindo concluir que o "instrumento", que passou a ser conhecido com Espectroscópio, tornou-se um objeto significativo para eles, assim como os estudos de conhecimentos e informações que envolviam o mesmo.

Nos instantes finais, apresentou-se de forma bem geral os passos futuros para a experimentação com Espectroscópio e a introdução do uso de novas fontes de Luz. De forma geral, eles responderam animadamente, sendo que alguns chegaram a dizer falas do tipo, "não vejo a hora de chegar o próximo encontro", evidenciando assim o envolvimento deles com as atividades propostas até então.

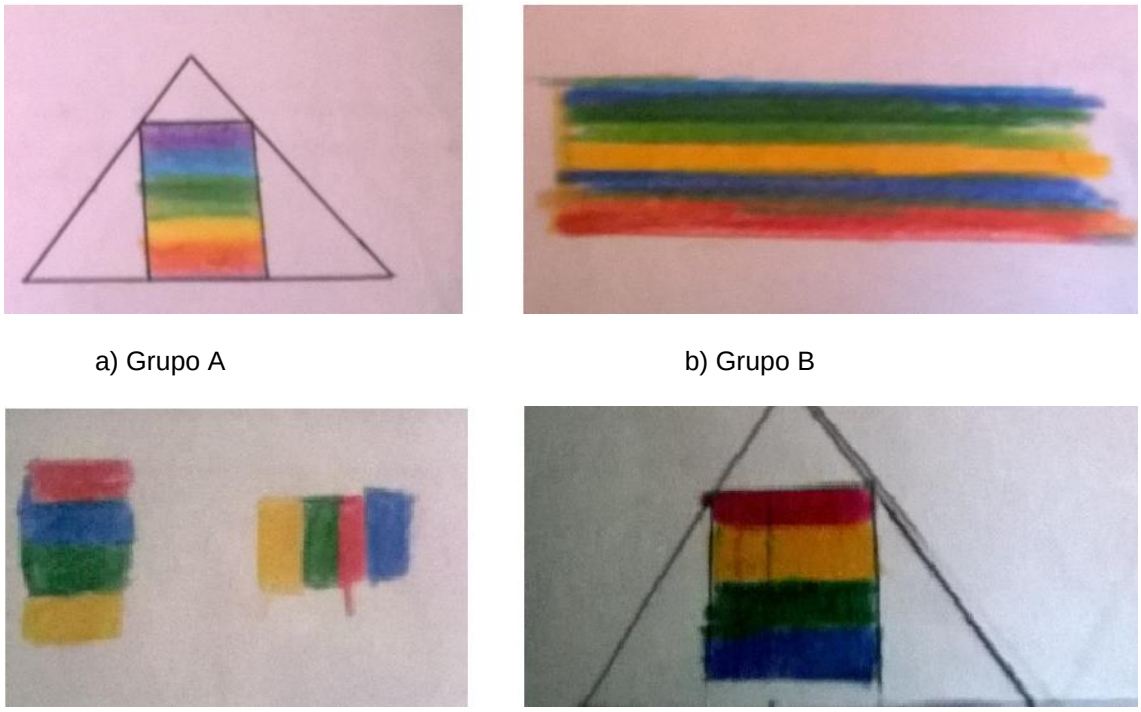
5º, 6º e 7º Encontro: Observação de fontes de Luz com o Espectroscópio: Lâmpadas Fluorescente, Lâmpada Incandescente, Lâmpada de LED RGB e o Sol.

As orientações e materiais de apoio fornecidos aos cursistas, durante todo o processo de experimentação, foram praticamente os mesmos independente do tipo de fonte de Luz observada, conforme descrito anteriormente. Na observação da lâmpada Incandescente, os alunos tiveram liberdade para escolher o procedimento experimental que julgassem mais conveniente, alguns cursistas releram o texto entregue no encontro anterior, como auxilio para a realização da atividade.

A cursista D teve uma atitude interessante, comparou a imagem do primeiro espectroscópio construído por Busen e Kirchhoff, disponível no material, com o Espectroscópio que estavam utilizando. Ela observou a posição e o alinhamento do equipamento com relação a fonte de Luz (figura 02 a), utilizado para o caso de uma chama que estava sendo estudada, e então, buscou fazer de forma similar com a lâmpada. Posicionando o Espectroscópio um pouco abaixo da lâmpada, permitindo assim que os raios de Luz entrassem pela fenda superior incidindo no DVD, conseguindo desta forma visualizar um Espectro Contínuo.

Ao compartilhar a ideia com os colegas, estes adotaram o mesmo procedimento, alguns conseguiram visualizar o espectro com facilidade e outros não. Nesse momento, a professora/pesquisadora orientou que tivessem paciência, verificassem a posição do suporte do DVD, a incidência de Luz na fenda superior e repetissem o procedimento adotado. Na sequência, mantendo os mesmos grupos de trabalho, fizeram as anotações de suas impressões sobre o efeito visualizado na folha de registro que lhes foi entregue. A figura 19 apresenta imagens das representações do fenômeno visualizado, na perspectiva de cada um dos grupo que desenvolveu a observação.

Figura 19 - Representações artísticas do Espectro Contínuo gerado pela lâmpada Incandescente



a) Grupo A

b) Grupo B

c) Grupo C

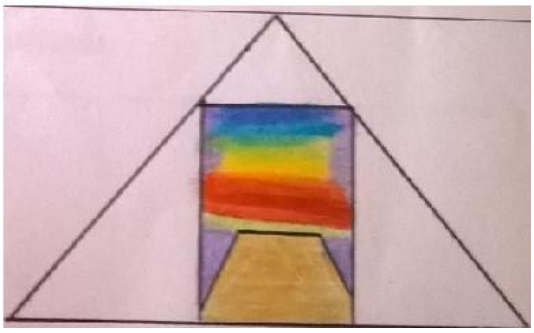
d) Grupo D

Fonte: A autora.

Observando as imagens, pode-se afirmar que todos conseguiram visualizar o Espectro produzido pela lâmpada Incandescente, conforme esperado. Apesar de cada um dos grupos ter feito uma descrição diferente da outra em seus escritos, eles apontam, sem exceção, para decomposição da Luz, que forma um verdadeiro "arco-íris", ou seja, um Espectro Contínuo. Ao longo do desenvolvimento desta experimentação, alguns cursistas fizeram comentários, associando o efeito visualizado com os resultados obtidos ao testarem suas hipóteses. Em especial, os integrantes do grupo C que apresentaram um esquema de projeção para a Luz decomposta, diferentemente do grupo A que apenas visualizou mas explorou.

A segunda fonte observada foi uma lâmpada do tipo Fluorescente, eles repetiram o procedimento experimental adotado para a incandescente e fizeram seus registros de descrições e representações para o fenômeno observado, estas podem ser visualizadas na figura 20.

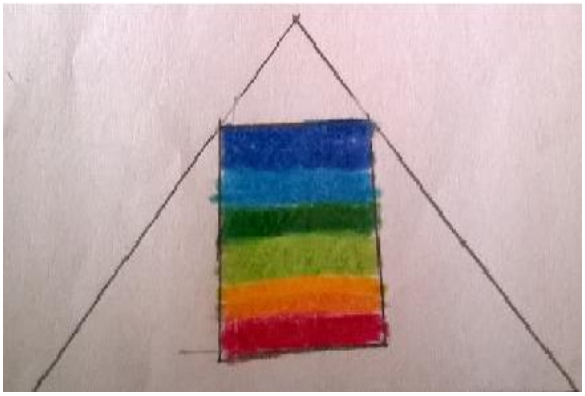
Figura 20 - Representações artísticas do Espectro de Linhas e Emissão gerado pela lâmpada Fluorescente



a) Grupo A

b) Grupo B

c) Grupo C



d) Grupo D

Fonte: A autora.

Em suas descrições, de uma forma geral, chamaram a atenção para a separação entre as cores de Luz, afirmaram ser estas mais nítidas do que as primeiras observadas. O grupo C chegou a citar as cores azul e verde como as de maior destaque, e buscaram transmitir em sua representação (figura 20 C), o grupo B (figura 20 b) retratou bem as linhas de cores sobre um fundo preto, como realmente se apresenta em um Espectro de Linhas de Emissão, que é o tipo gerado pela fonte observada.

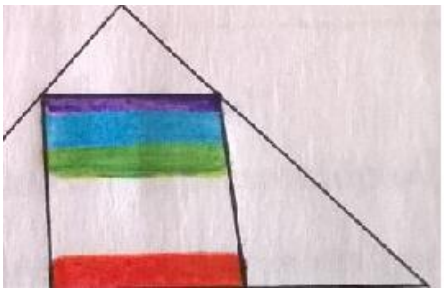
A terceira fonte de Luz observada foi a lâmpada de LED RGB. Esta chamou a atenção dos cursistas, por possuir a capacidade de emitir diferentes cores de Luz. A cor escolhida por eles para a observação foi a Luz roxa, porém um dos grupos preferiu a azul, o procedimento para experimentação foi semelhante ao das fontes anteriores, como pode ser visto na figura 21.

Figura 21 - Cursistas durante o processo de experimentação com a lâmpada LED RGB

Fonte: A autora.

Cabe ressaltar, que só foi revelado a eles que se tratava de uma lâmpada de LED RGD após a realização da experimentação. Durante o processo, ela foi chamada de “lâmpada misteriosa”. Houve uma grande euforia (no sentido de animação e curiosidade) por parte deles, que além de uma única cor de Luz (roxa) foi possível observar outras cores de Luz, tais como: verde, vermelha, branca, rosa e ciano. No entanto, foram registradas as informações da primeira cor de Luz. As representações apresentadas por eles podem ser vistas na figura 22.

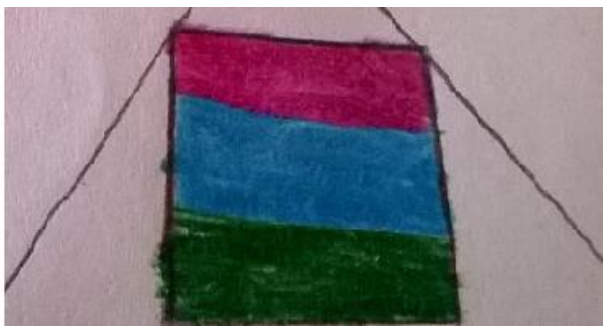
Figura 22 - Representações artísticas do Espectro de Linhas e Emissão gerado pela lâmpada de LED



a) Grupo A

b) Grupo B

c) Grupo C



d) Grupo D

Fonte: A autora.

Para esta fonte, os cursistas ressaltaram o aparecimento de apenas algumas cores, sendo estas, azul, verde, vermelho e roxa. Cada grupo descreveu a aparência do Espectro exatamente como apresentado em suas representações (figura 22). Dos quatro grupos, dois retratam o fundo escuro que separam as Linhas de Emissão mais afastadas (veja figura 22 a e c), um não citou nem representou e o outro citou a separação entre as Linhas, porém representou com um espaço em branco entre elas.

Por fim, a última fonte de Luz foi o Sol, que contou com as condições climáticas do dia e o horário favorável para o desenvolvimento da atividade. A incidência dos raios Luz não estava tão intensa, permitindo fazer a observação com Espectroscópio de forma mais confortável, além de produzir como resultado um Espectro nítido e expressivo. A figura 23 retrata alguns momentos dos cursistas durante a experimentação.

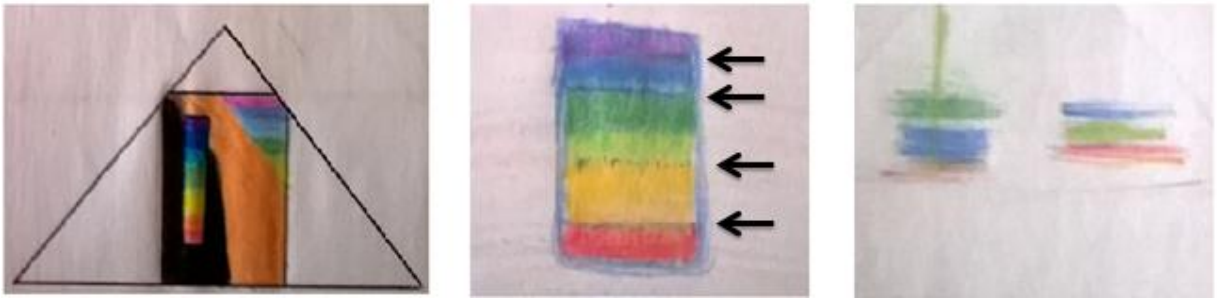
Figura 23 - Cusistas observando a Luz do Sol por meio do Espectroscópio

Fonte: A autora.

Inicialmente, compararam o Espectro visualizado como similar ao da lâmpada incandescente (um Espectro contínuo). Porém, conforme a professora/pesquisadora introduziu as questões de orientação, começaram a lançar um olhar mais sistemático e atento ao observado. Passado um pequeno intervalo de tempo, conseguiram identificar detalhes específicos, pequenas linhas escuras, que permitiu caracterizar o Espectro do Sol, não mas como contínuo, mas sim como um Espectro de Absorção. Cabe ressaltar que, neste momento o termo Espectro de Absorção era por eles desconhecido e, a caracterização foi feita de acordo com as concepções dos cursistas, pois aspectos ligados a teoria de Espectroscopia foram discutidos somente mais tarde.

Voltando a sala do curso fizeram seus registros sobre a fonte. A figura 24 traz as representações artísticas feitas a partir do fenômeno visualizados. Dos três grupos que participaram da atividade (os integrantes do grupo D faltaram) dois, grupos B e C, descreveram a presença de linhas pretas. Na representação do grupo B, figura 24 b, pode-se notar de forma evidente a presença das mesmas. Segundo eles, as tais linhas mostraram-se um diferencial com relação as outras fontes observadas.

Figura 24 - Representações artísticas do Espectro de Absorção gerado pela lâmpada pelo Sol

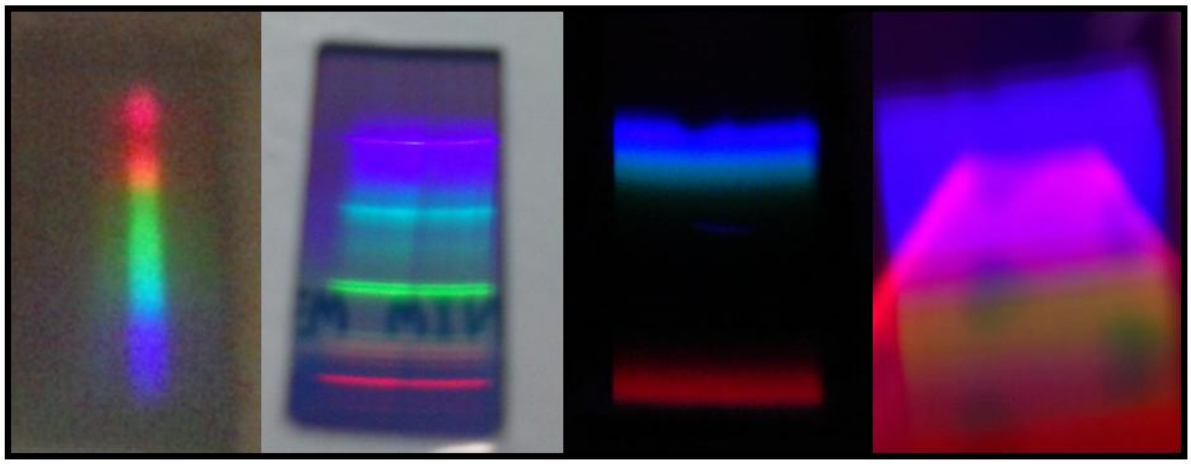


a) Grupo A b) Grupo B c) Grupo C

Fonte: A autora.

Com relação as explicação dada pelos cursistas para os fenômenos visualizados (veja na figura 25 imagens dos Espectros), o grupo A reconhece em seus escritos que cada fonte de Luz tem uma *"reação diferente da outra".* Defendem que a causa do fenômeno é a mesma e está ligada a reflexão sofrida pela Luz ao incidir sobre o DVD, refletindo-se em várias cores. De forma diferente o grupo B associou as variações do fenômeno com o "*tipo de Luz*", a lâmpada incandescente emite uma Luz amarelada, a fluorescente uma Luz branca e a de LED Luz roxa, possuindo cada uma "propriedades" específicas. Desta forma, apresentam comportamentos diferentes ao passarem pelo Espectroscópio. Já o grupo C afirmou, assim como o grupo A, que o funcionamento do Espectroscópio se dá por reflexão da Luz. Porém, ressaltam que o *"tipo de Luz"* e os elementos químicos presentes no DVD (objeto que reflete a Luz, na fala do grupo) influenciam na forma com que o fenômeno se apresenta.

Figura 25 - Imagens dos espectros contínuo, de emissão, e de absorção visualizados pelos cursistas



Fonte: A autora.

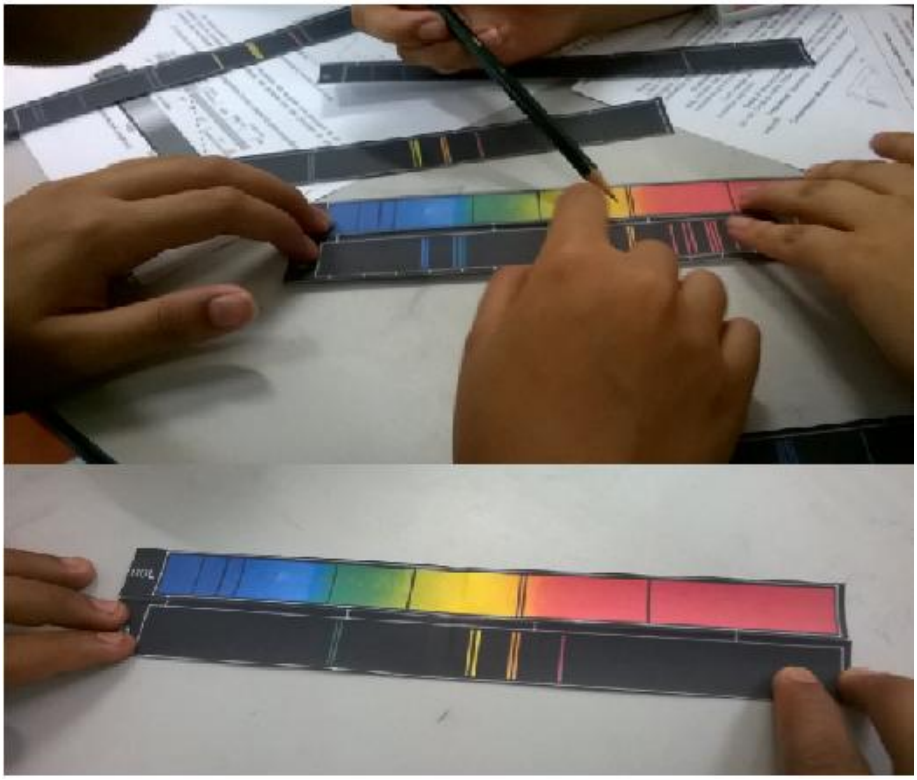
No que se refere à sondagem dos conhecimentos prévios dos cursistas, durante o desenvolvimento da atividade de experimentação com o Espectroscópio, com base tanto em falas escritas quanto nas orais, pode-se dizer que o Espectro Contínuo da Luz já era conhecido por eles, porém não com esta denominação, mas sim como popularmente chamado arco - íris, já os Espectros de Linhas de Emissão e de Absorção eram totalmente desconhecidos até então.

Com relação a conceitos ou informações ligadas a Física, nada mais foi expresso além de ideias relacionadas a reflexão da Luz, assim sendo, não se pode notar a existência dos conceitos subsunçores necessários para abordar os conhecimentos relacionados à Espectroscopia, no entanto, não se pode afirmar que eles não existiam, o que se podia afirma é não estavam explicitados. Por este motivo, como já descrito na metodologia pedagógica, adotou-se com estratégia um organizador avançado de caráter dinâmico, para discutir ideias relacionadas aos conceitos de Onda, Onda Eletromagnética, Frequência e Comprimento de onda.

10º Encontro: Aplicação de técnicas de Espectroscopia.

Nesta atividade, os cursistas aplicaram uma técnica de análise espectral para identificar os elementos corespondentes a 7 (sete) linhas de absorção do Espectro de Absorção do Sol. Foram registrados momentos de interação com o material proposto para o desenvolvimento da atividade, por meio de fotografias, com pode ser visto na figura 26.

Figura 26 - Cursistas comparando os espectros de Absorção e de Emissão



Fonte: Elaborado pela autora.

Os cursistas conseguiram identificar praticamente todos os elementos correspondentes às linhas de absorção destacadas. Mesmo que de forma simplificada, puderam ter contato com um exemplo de aplicação das técnicas de análises espectrais, mostrando uma das relações entre Física e Astronomia que propiciou a classificação de diversos grupos de Estrelas, e que é usada até hoje com um grau de sofisticação maior.

Eles foram bem receptivos a proposta e iniciaram prontamente a atividade, alguns apresentaram um pouco de dificuldade mas com apenas algumas orientações, sugerindo cuidado e atenção, conseguiram rapidamente desenvolver a mesma. Em geral, mostraram bastante concentração e empenho para fazer corretamente o alinhamento dos Espectros e Absorção e Emissão (retratado na figura 25), conseguindo assim identificar todos os elementos químicos correspondentes às linhas destacadas.

11º Encontro: Avaliação Formativa.

Foi apresentada uma avaliação composta por 8 (oito) questões, contendo perguntas objetivas e dissertativas, a fim de avaliar o desenvolvimento da

aprendizagem dos alunos e verificar indícios de uma Aprendizagem Significativa. Para tal, as quatro primeiras perguntas (objetivas) foram dispostas numa perspectiva de exercício das leituras e discussões realizadas. Estas não foram consideradas para esta análise, somente as quatro perguntas dissertativas.

As perguntas foram formuladas a partir de três pontos principais que sintetizam as ideias, as informações e os conceitos estudados ao logo desta etapa, sendo eles: **Tipos de Espectros**, **Produção de linhas de absorção e Técnicas de Espectroscopia.** Tais pontos foram considerados para organização e levantamento dos índices que indicam a importância de determinados conhecimentos para a construção das categorias que representam suas concepções.

Dos dez (10) cursistas participantes do curso, sete (7) responderam a este questionário, os outro três (3) faltaram ao encontro. Eles tiveram a liberdade de deixar em branco as perguntas que não sabiam responder, ou não conseguiram responder naquele momento. As perguntas um (1) e dois (2) estavam relacionadas ao primeiro ponto, Tipos de Espectros, que permitiram sondar a forma com que reconheciam e descreviam os Espectros estudados. A tabela 01 mostra as categorias levantadas de acordo com as falas escritas pelos cursista.

Tabela 01 - Dados obtido a partir da avaliação formativa: Tipos de Espectros

Categorias	Nº citações
Identificaram os três tipos de espectros, contínuo, de absorção e de emissão.	3
Identificaram parcialmente os espectros	2
Não identificaram nenhum dos espectros	2
Compararam o espectro contínuo a um arco - íris	4
Afirmaram que o espectro contínuo é o espectro do Sol	1
Caracterizaram o espectro de emissão pela presença de traços coloridos sobre um fundo escuro	2
Indicaram gazes e elementos químicos como fontes de	1

espectro de emissão	
Caracterizaram o espectro de absorção pela presença de linhas escuras	2
Indicam a relação entre o espectro de absorção e um gás frio	1
Não descreverão todos os espectros	4

Somente dois Cursistas apresentaram dificuldades em reconhecer os três tipos de Espectros estudados, estes que por sua vez, faltaram a alguns encontros de experimentação e rodas de discussões, no entanto, receberam os textos de forma semelhante aos outros e participaram de revisões ao longo das atividades. Os outros cinco citaram todos ou a maioria dos Espectros, e em suas descrições apresentaram falas ligadas tanto as observações da experimentação com o Espectroscópio, quanto falas ligadas a aspectos dos textos estudados, como exemplo segue as seguintes citações:

Cursista C: *"Espectro contínuo - forma as cores do arco - íris todas juntas sem interrupção".*

Cursista D: *"Espectro de emissão: Riscos de cores específicas de fundo preto, só existe a emissão de certas cores na horizontal."*

Cursista F: *"absorção = é o espectro contínuo depois de ter passado por um gás frio".*

O segundo ponto, Produção de linha de Absorção, foi explorado por meio da pergunta três (3), que permitiu sondar o nível de ligação estabelecida pelos cursistas entre as características de uma Estrela, no caso o Sol, e o Espectro de Absorção. Na tabela 02, encontra-se disponível as categorias que emergiram das respostas apresentadas por eles.

Tabela 02 - Dados obtido a partir da avaliação formativa: Produção de linhas de Absorção

Categoria	Nº citações
Apontaram uma relação entre as linhas escuras do espectro com elementos químicos ou gases	5
Relacionam as linhas escuras do espectro com outros fatores	2

Foram construídas apenas duas categorias, sendo enquadradas na primeira, citações que fizeram menções de forma direta ou indireta a interações entre os elementos químicos presentes em uma atmosfera estelar, com o surgimento da linhas escura em um Espectro de Absorção. Como exemplo de falas da primeira categoria pode-se citar:

Cursistas D: *"[...] O espectro do sol é o de absorção, uma faixa de cores interrompidas pelas linhas que os elementos absorvem.*

Cursista J: *São elementos que não são vistos porque não produz cores.*

Curista B: *"As linhas escuras aparecem por causa do espectro de absorção, o nome já diz, absorve a luz, e fica aquelas luzes escuras, isso acontece por causa dos gases."*

Pode-se perceber nas citações, que os cursistas apresentam em suas falas escritas elementos que apontam para um processo de assimilação, com relação as novas informações estudadas. Tendo em vista que, apesar de algumas ideias confusas, o que é perfeitamente normal neste processo, expressam as ideias vinculadas de alguma forma com as discussões e atividades vivenciadas.

A segunda categoria, com apenas duas citações, remete-se a associação entre as linhas escuras do Espectro de Absorção, com ideias que não foram discutidas durante os encontros e se distanciam das informações sobre Espectroscopia. A seguir, dispõem-se uma citação enquadrada nesta categoria.

Cursista G: *A luz do sol sai e passa pelas nuvens que absorvem uma quantia e fica faltando por causa disso as linhas aparecem.*

O terceiro ponto de análise deste questionário foi relacionado às Técnicas de Espectroscopia, sendo abordado na pergunta quatro (4), que estava ligada à atividade de aplicação das técnicas e às discussões de uma das leituras compartilhadas. Assim, foi possível verificar se estas práticas foram significativas e sondar indícios de aprendizagem.

Tabela 03 - Dados obtido a partir da avaliação formativa: Técnicas de Espectroscopia

Categoria	**Nº citações**
Indicaram a análise dos espectros	6
Associaram a estrutura estelar	1

A grande maioria dos cursistas expressam em suas falas escritas, ideias e informações relacionadas aos estudos desenvolvidos. Alguns reportam à atividade específica de análise do espectro de absorção do Sol, outros apresentam ideias generalizadas para qualquer tipo de estrela. No entanto, todos os seis (6) apontam para uma relação entre informações contidas nos espectros e a identificação de elementos químicos. Como exemplos de citações desta categoria pode-se destacar:

Cursista B: "*Pegamos o espectro do sol e comparamos com os espectros de cada elemento químico e as linhas que se encaixarem com o espectro produzido pelo Sol, são os elementos que estão presentes. [...]"*

Cursista J: *Olhando os elementos que é descoberto pelo espectro e compara-los.*

Cursista F: *"quando o espectro contínuo da estrela passa por um gás mais frio, como por exemplo, hélio, o hélio pega suas linhas espectrais do espectro da estrela e quando ele chega no espectroscópio (a luz da estrela) da pra ver que tem hélio na estrela."*

Somente uma cursista apresentou uma ideia diferente das demais. Ela ressaltou aspectos ligados a estrutura interna de uma estrela, que é constituída por gases de diferentes elementos químicos, em variadas temperaturas. Segue abaixo a fala escrita da mesma:

Cursista A: "*Constitue em uma estrela usando técnicas de espectroscopia várias camadas que possuem diferenças em suas temperaturas."*

Esta aluna participou de praticamente todos os encontros do curso, foi ativa e participativa em todas as atividades propostas, mostrando bom desempenho. Fazendo uma leitura mais atenta de sua fala, observa-se que ela traz elementos que foram discutidos durante os encontros, acredita-se que possa ter havido problemas de interpretação da pergunta. Esta hipótese se consolida por um fato ocorrido após a finalização do questionário, no qual a mesma afirma ter ficado "nervosa" e ter tido dificuldades para elaborar algumas respostas, chegando a pedir para responder novamente ao questionário.

De forma semelhante, outros cursistas também argumentaram sobre dificuldades encontradas para responder a algumas perguntas. Segundo eles, não estavam "acostumados" com perguntas dissertativas na disciplina de Física. E ainda, afirmaram que esta disciplina explorava mais conhecimentos ligados a cálculos e resolução de problemas, do que conceitos e experimentações. Isso ajudou a compreender as causas de algumas escritas confusas presentes nas respostas analisadas.

Contudo, atentando-se a análise das perguntas dissertativas e categorias construídas, pode-se verificar apontamentos de indícios da construção de uma Aprendizagem Significativa por parte dos cursistas, principalmente com relação aos novos conceitos e novas informações sobre Espectroscopia, ressaltando que cada cursista possui uma estrutura cognitiva única, que interage de forma específica com os novos conhecimentos, portanto, cada um tem sua forma de aprender significativamente e tempo de assimilação.

Com base na lógica das ideias apresentadas em suas escritas, nota-se o impacto positivo das atividades de experimentação com Espectroscópio, uma vez que direta o indiretamente, estabelecem ligações com informações vinculadas as atividades de observação vivenciadas. Desta forma, afirmar que a tentativa de desenvolver um ambiente que propiciasse a Aprendizagem por Descoberta (APD) mostrou-se eficaz, atendendo fortemente às expectativas traçadas. De forma semelhante, pode-se dizer que o ambiente construído para favorecer a Aprendizagem por Recepção, feita por meio das leituras compartilhas e discussões, foram de grande valia, uma vez que,

muitas das ideias apresentadas por eles trouxeram traços das informações contidas nos textos estudados e derivações das mesmas.

Essas impressões acerca da APD e APR se fortalecem, quando associam-se os resultados mostrados pelo questionário, ao comportamento apresentado pelos cursistas durante o desenvolvimento das experimentações e nas rodas de leitura, inclusive dos três que não responderam ao questionário. A maioria assumiu uma postura de investigador, demonstraram dar significado ao Espectroscópio construído e demais materiais utilizados no processo, assim como, pré disposição para aprender, conforme descrito anteriormente, atendendo as duas condições levantadas por Moreira (2011) como cruciais para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa.

12º Encontro: Interação e manipulação com o Simulador de Radiação do Corpo Negro.

Ao iniciar a segunda etapa, os cursistas demonstraram-se bastante animados para avançar nos estudos sobre a temática astronômica. Nos instantes iniciais, ao verem o Simulador de Radiação de Corpo Negro (RCN), lançaram olhares “curiosos” e levantaram questionamentos com relação ao uso do mesmo, porém ficaram um pouco receosos em manipular o Simulador, pois não sabiam do que se tratava, então aguardaram a apresentação da atividade no encontro.

Quando convidados a se disporem ao redor da mesa, na qual o novo objeto de estudo encontrava-se, a maioria o fez com agilidade e entusiasmo. Então, apresentou-se este como “Simulador de RCN”, aproveitando para questioná-los sobre o que entendiam por “Corpo Negro” e se haviam estudado algo em sala aula na disciplina de Física.

Somente alguns cursistas do segundo ano do Ensino Médio afirmaram já ter estudado algo relacionado com “Corpo Negro”. Os cursistas do primeiro ano alegaram não terem tido contato com nada igual, até aquele momento. No entanto, a concepção apresentada pelo grupo sobre o conceito, de maneira geral, foi a mesma. Cada um deles contribuiu um pouco, para a construção da resposta, expondo as informações que tinham sobre o assunto em questão. Para eles, um “Corpo Negro” tratava-se de um **corpo de cor Preta** e citaram exemplos de objetos que estavam presentes na sala, tais como, mochila e camiseta preta. Apresentaram ideias sobre o comportamento deste corpo, afirmando por exemplo, que uma característica da cor Preta é absorver a

Luz, portanto, um Corpo Preto absorve toda a Luz incidente sobre ele. O quadro 03 sintetiza a concepção apresentada por eles.

Quadro 03 - Concepção prévia inicial apresenta pelos cursistas sobre o conceito de Corpo Negro

Concepção Prévia
Um “Corpo Negro” é um corpo de cor Preta, e possui a capacidade de absorver a Luz incidente sobre ele.

Dando continuidade aos estudos, foi feita a apresentação e discussão dos componentes do Simulador e suas respectivas funções. Como citado anteriormente, já haviam demonstrado curiosidade com relação ao objeto e, neste momento, agiram com autonomia manipulando os equipamentos e levantando questionamentos sobre as peças desconhecidas.

Componentes como a lente, o DVD e seu suporte foram facilmente identificados pelos cursistas, já o sensor de Luz e o *dimer* necessitaram ser melhor discutidos. Para tal, fez-se um paralelo entre estes e suas relações com outros dispositivos e objetos, como por exemplo, o sensor de Luz e o acendimento automático das lâmpadas dos postes de iluminação pública, o *dimer* e o controle da velocidade de giro (em termos físicos velocidade angular) de ventiladores, e outros aparelhos. Desta forma, demonstraram compreender as funções dos componentes, uma vez que lhes era familiar os exemplos citados.

O multímetro digital apresentou-se como total novidade para a maioria deles, tendo em vista que afirmaram nunca terem tido contato direto com este, ou seja, utilizado um aparelho desta natureza. Por isso, apresentou-se uma visão geral do mesmo e suas respectivas funções, em especial o amperímetro, uma vez que seriam feitas medidas de corrente elétrica.

Logo, quando viram a caixa de madeira usada como suporte da fonte de Luz, perguntaram o que tinha dentro dela. Um dos cursistas ao ver que esta possuía um fio com plugue, conectou-a a tomada e assim todos viram que se tratava de uma fonte de Luz. Então, foi dito que tal fonte era uma lâmpada do tipo halogênea e esta, por sua vez segundo afirmaram, era totalmente desconhecida por eles. A cursista A indagou-se era possível abrir a caixa, para que pudessem visualizar a tal lâmpada e os demais

apoiaram essa ideia, por isso, a caixa foi aberta permitindo que eles a observassem e manipulassem.

À medida que interagiam com a lâmpada halogênea, a professora/pesquisadora introduziu tópicos para discussão, abordando os principais fatores que influenciaram na escolha deste tipo de lâmpada, conforme já descrito na metodologia pedagógica. Ao serem questionados sobre a emissão de Luz de lâmpadas do tipo incandescente, alguns mencionaram como exemplo, a lâmpada utilizada na experimentação com Espectroscópio, chamando a atenção para o filamento metálico que a mesma possui. A maioria deles demonstrou não saber, ou nunca ter pensado sobre como as tais lâmpadas funcionavam, porém pareceram instigados em descobrir.

Sobre esta questão, a cursista D disse que “a energia passa pelo filamento e faz com que a lâmpada emita Luz”. A partir desta ideia, buscou-se introduzir outros elementos, como o tipo de metal usado nos filamentos destas lâmpadas, o aquecimento gerado por elas e ideias gerais sobre emissão de Luz e aquecimento. Assim, buscou-se consolidar ideias e, em alguns casos, oferecer condições para construção de ideias sobre o funcionamento das lâmpadas incandescentes.

Foi dito aos cursistas que a fonte de Luz do experimento, lâmpada halogênea, simulava o comportamento de um “Corpo Negro”. Ligando esta informação com as ideias anteriormente discutidas e a concepção que apresentaram com relação a este conceito, pode-se ressaltar que a fonte de Luz não era de cor Preta, e assim sendo, questionou-se a relação entre a lâmpada halogênea e o tal “Corpo Negro”.

Os cursistas mostram-se pensativos e não apresentaram nenhuma resposta, o que permitiu concluir que não provinham naquele momento, de ideias ou informações, subsunçores, ancorados em suas estruturas cognitivas, que lhes permitissem argumentações em questão. O questionamento introduzido foi estratégico para chamar a atenção deles, uma vez que a concepção sobre o conceito de “Corpo Negro”, expressa no quadro 03, revelou a presença de conhecimentos parciais sobre o conceito, referente as suas propriedades de absorção. Porém, nenhuma ligação com aspectos que envolvessem propriedades de emissão foi proposto. Nas discussões posteriores, a maioria dos cursistas se mostraram participativos, contribuindo com a construção das colunas, feita no quadro branco, e atentos às informações sobre o conceito e sua relação com a lâmpada halogênea.

13º Encontro: Leitura e discussão do texto "Radiação do Corpo Negro" e inicio da experimentação com o Simulador de RCN.

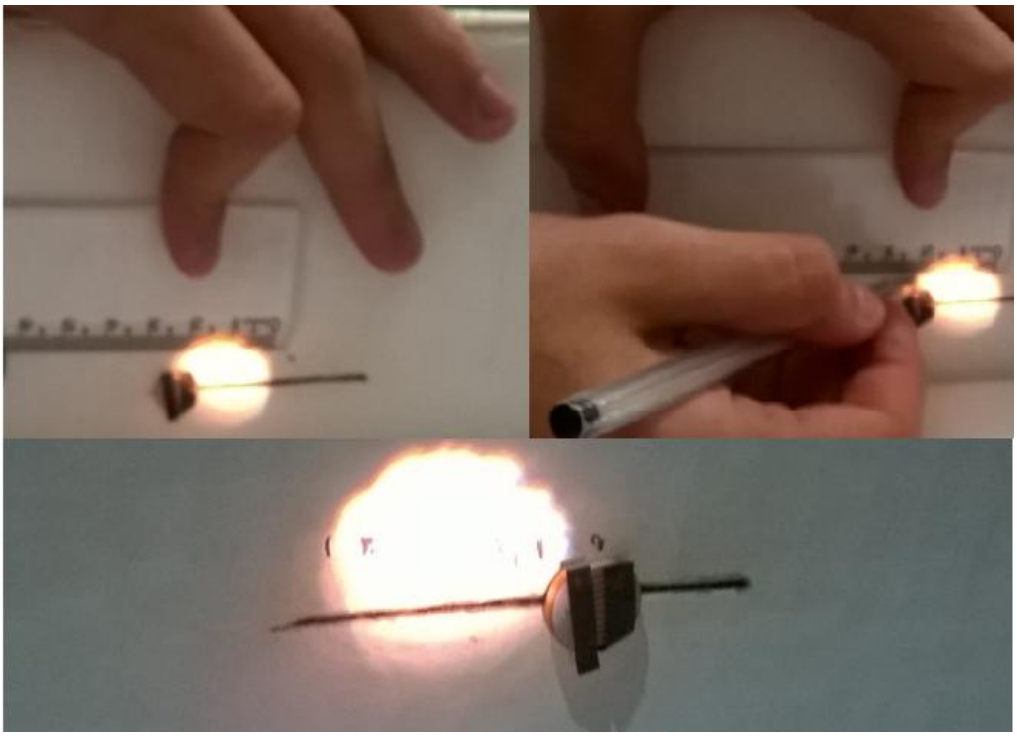
A leitura compartilhada do texto intitulado "Radiação do Corpo Negro" permitiu discutir com os cursistas uma visão geral deste conceito e sua ligação com o estudo da Luz das Estrelas. Além disso, algo bastante interessante foi a atenção especial dada por eles às informações do texto sobre Corpo Negro e ao início da Física Quântica. Não foi investigado a fundo a motivação de tal comportamento. Uma possível explicação poderia ser o fato de ouvirem falar sobre a área na Física, principalmente em programas de TV e em filmes de ficção científica. Tendo em vista que, o RCMS ainda privilegia a Física Clássica, conceitos e informações desta natureza são pouco discutidos nas salas de aulas do ensino regular.

Em relação a primeira atividade de experimentação com o Simulador de RCN, eles não tiveram grandes dificuldades para manipular os componentes e organizá-los, e apenas algumas orientações sobre alinhamento foram necessárias. Contudo, após finalizada a montagem, ao verem o *spot* de Luz branca projetado no anteparo, apresentaram dificuldades para prosseguir, não surgiram ideias de como proceder, ou o que observar. Assim, foi necessário introduzir sugestões sutis, a fim de ajudá-los na continuação da atividade.

Com relação ao *spot* de Luz branca, foi perguntado a eles se a corrente indicada no multímetro seria a mesma em todo o *spot. A*lguns afirmaram prontamente que sim, outros por sua vez disseram que não, mesmo sem saberem justificar suas respostas. Então, sugeriu-se que verificassem isso, chamando a atenção para o fato do sensor de Luz ser móvel. Os cursistas aderiram a ideia e rapidamente se mobilizaram para fazer os testes.

Agregaram novas ideias a sugestão anterior e construíram um procedimento para desenvolver os testes. O primeiro passo foi medir o tamanho do *spot* de Luz, em seguida fizeram marcações de pontos equidistantes de 0,5 cm, conforme mostra a figura 27. Por fim, mediram e anotaram os valores de corrente elétrica, apontados pelo multímetro para cada um dos pontos marcados, sendo um total de cinco (05). Na sequência, fizeram mais duas medições variando a distância, uma com três (03) pontos equidistantes de 1 cm, e a outra com dois (02) equidistantes de 1,5 cm.

Figura 27- Medições do tamanho do *spot* de Luz e marcação de pontos para aferimento de corrente elétrica.



Fonte: A autora.

Com base nos resultados obtidos, verificaram (para a surpresa de muitos) que a corrente elétrica variava, a medida que o sensor era movido para cada um dos pontos marcados. Ressaltaram em sua proposta de explicação, que os pontos localizados próximo ao centro do *spot* apresentaram valores maiores de corrente, devido a maior incidência de Luz nestes pontos, e os mais afastado do centro apresentavam valores menores. A seguir, a fala original escrita pelos cursistas:

Grupo único: *" Podemos ter observado que os pontos centrais foram os quais mais incidiu luz por se tratar de uma lâmpada cônica. Já os pontos mais distantes da concentração de Luz ob*tiveram valores menores. Pacotes de energia são maiores nas concentrações."

Pelas ideias expressas por eles, pode-se notar que estabeleceram a relação de proporcionalidade entre a intensidade de Luz incidente e a corrente elétrica. Esta ideia aproxima-se de forma mais ingênua às concepções/interpretações no entendimento do comportamento da Luz aceitos pela comunidade científica até o início do século XX, quando esta estava fortemente firmada no modelo ondulatório da Luz. Claro que não é possível afirmar que os cursistas possuíam tais informações em suas estruturas

cognitivas, porém é interessante ressaltar essa conexão. Outra concepção apresentada foi a relação traçada entre o formato cônico da lâmpada e a concentração de Luz na região central, ou seja, buscaram relacionar os resultados obtidos com características específicas na forma com que a fonte realiza sua iluminação.

Por fim, estabeleceram uma ligação entre, “pacotes de energias”, concentração de Luz e corrente elétrica. A fala que traz esta ideia, foi introduzida pela cursista D, que não mostrou ser uma concepção dos demais integrantes do grupo em um primeiro momento. No entanto, após a fala da mesma, discutiram sobre a ideia e incorporaram na proposta de explicação. Ela traz elementos das discussões referentes ao modelo do comportamento Dual da Luz. O quadro 04 sintetiza as concepções levantadas.

Quadro 04 - Concepções prévias referentes aos resultados iniciais, obtidos na experimentação com o Simulador de RCN

Concepções Prévias
Há uma relação entre intensidade de Luz e corrente elétrica.
O formato cônico da lâmpada halogênea, é a causa da concentração de Luz na região central do *spot* projetado.
Os pacotes de energia são maiores nas regiões de concentração de Luz, gerando correntes maiores.

14º Encontro: Experimentação com o Simulador de RCN: Investigando a relação entre cor de Luz (Comprimento de Onda) e Corrente elétrica.

Os cursistas demonstraram grande interesse em saber, por qual motivo o DVD não havia sido utilizado na primeira parte da experimentação. Ao receberem a informação de que fariam uso deste componente na segunda parte, um deles logo o introduziu na montagem e todos visualizaram (apesar de um pouco desfocado) a projeção dos Espectros gerados pela fonte. Alguns identificaram rapidamente, do que se tratava tal efeito e até mencionaram a experimentação com espectroscópio, comparando-o com o Espectro da lâmpada incandescente e o do Sol.

Questionou-se o nome do Espectro projetado. Num primeiro momento todos ficaram pensativos mas logo alguém disse, "Continuo" e outro "de Absorção". Então

discutiram entre si e chegaram ao acordo que se tratava de um Espectro Contínuo. Aproveitou-se aquele momento para com eles revisar os outros dois tipos de Espectros estudados. Sempre propondo que apresentassem os conceitos conforme recordavam e diante de pequenas confusões conceituais, conforme necessário, a professora auxiliou-os na organização das ideias. Discutiram-se também informações e conceitos visando a integração de conhecimentos, conforme descrito nos mecanismos pedagógicos adotados para este encontro.

A professora/pesquisadora, com relação aos procedimentos experimentais, orientou-os que manipulassem o suporte do DVD na procura de uma posição que permitisse uma visualização mais nítida da projeção. Tendo a liberdade de escolher qualquer um dos dois Espectros projetados pelo DVD, eles observaram e analisaram o seu comportamento. Puderam fazer ajustes nas posições dos componentes do Simulador, conforme julgassem necessário. A figura 28 traz o registro fotográfico do que foi observado pelos cursistas.

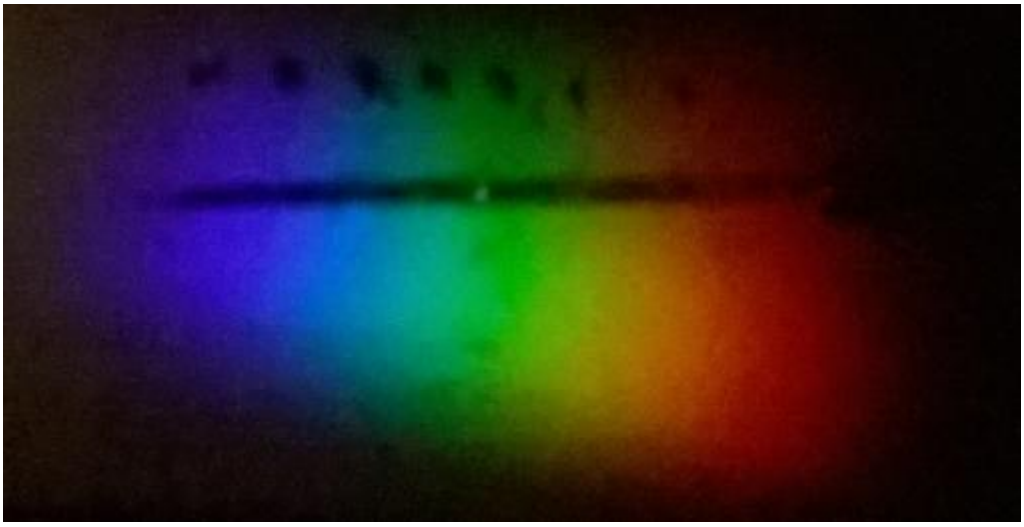
Figura 28 - Espectros projetados pelo Simulador de RCN

Fonte: A autora.

Eles escolheram o Espectro mostrado a direita do *spot* de Luz central, como pode ser visto na figura 28. Consideraram que este possuía maior nitidez. Inicialmente, verificaram que os pontos marcados na primeira parte da atividade ficaram dispostos de forma aleatória. Então, decidiram apagar os pontos anteriores e marcar novos, ordenando-os conforme cada cor de Luz do Espectro (veja na figura 29). Na sequência, após um breve momento de discussão sobre os próximos passos para experimentação, os cursistas moveram o sensor de Luz ao longo do Espectro,

observando as variações de corrente elétrica. A partir daí, fizeram suas anotações de forma similar à etapa anterior, usando como parâmetro as cores do Espectro que conseguiram identificar e a corrente correspondente. Realizaram duas medições, uma para 100% da intensidade da Luz e outra para 50%, ajustados pelo dimer, sendo está variação de intensidade uma sugestão da professora/pesquisadora.

Figura 29 - Espectro como os pontos marcados pelos cursistas

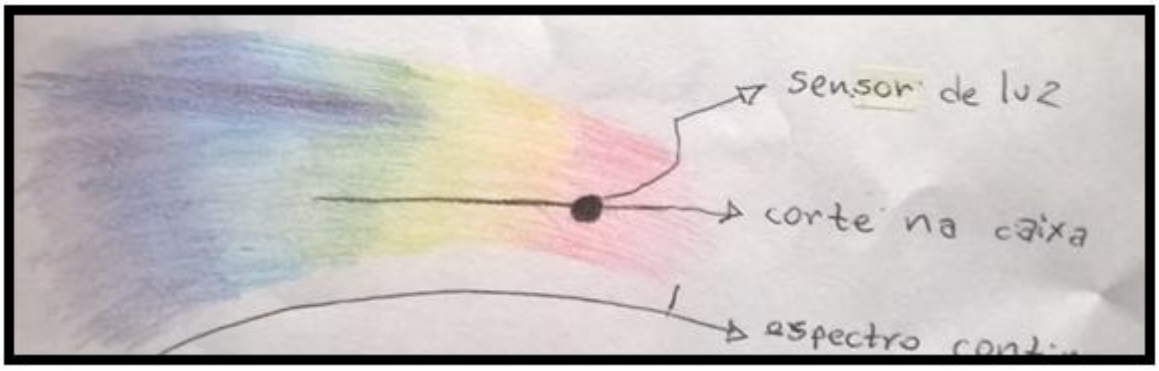


Fonte: A autora.

Antes de efetuarem as medições para intensidade de 50% da Luz, perguntou-se a eles o que esperavam que ira acontecer. O grupo ficou dividido entre duas opiniões, levando-os assim a formular duas hipóteses em seus registros. A primeira, afirmando que a corrente elétrica diminuiria conforme a intensidade de Luz diminuísse e seria mais difícil de "detectar" a Luz; e a segunda, afirmando que a medida que a intensidade diminuísse, os valores de corrente elétrica iriam aumentar e a percepção individual de cada cor de Luz também aumentaria, facilitando a detecção das mesmas.

Pode-se notar que, alguns elementos das ideias expressas na primeira hipótese reforçam a concepção I apresentada no quadro 04, que diz repeito a relação de proporcionalidade entre intensidade de Luz e corrente elétrica, ao passo que as ideias ligadas a segunda hipótese fogem um pouco desta. Após a fase de testes, fizeram uma representação do Espectro visualizado (figura 30), e escreveram uma síntese dos resultados obtidos e suas percepções acerca dos mesmos, conforme pode ser visto na sequencia texto.

Figura 30 - Representação feita pelos cursistas do Espectro Contínuo, projetado pelo Simulador de RCN



Fonte: A autora.

Grupo único: *"Observamos que os valores foram diferentes nas intensidades de 50% e 100%, com isso, varia-se também o valor da corrente elétrica. Sabendo que a escala é constante, podemos observar que uma das diferenças entre as intensidades de Luz é a variação dos números decimais. Sendo essas mudanças, a variação entre 2 e 3 décimos dos valores obtidos."*

De acordo com os dados levantados, perceberam que a primeira hipótese foi a que mais se aproximou do observado. Em suas falas, o grupo ressalta a variação da corrente elétrica para diferentes intensidades de Luz, indicando a média das variações sofridas, de acordo com os valores aferidos. Na folha de registros anotaram as cores de Luz, as quais identificaram como: azul escuro, azul claro, verde escuro, verde claro, amarelo, alaranjado e vermelho, e os respectivos valores de corrente elétrica, para ambas as intensidades adotadas. Apesar de a professora ter feito a sugestão, eles não apresentaram uma proposta de explicação para os resultados. Durante as discussões subsequentes, o grupo disse ter dificuldade em desenvolver uma explicação, então a professora/pesquisadora pediu que tivessem calma e fizessem com dedicação o máximo que conseguissem.

17º Encontro: Avaliação Formativa 02.

A última atividade proposta aos cursistas foi um questionário contendo 5 (cinco) questões abertas. Para a finalidade de análise, foram consideradas somente as quatro (04) primeiras perguntas. O foco da análise foi o de sondar o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos, e verificar indícios de uma Aprendizagem Significativa, com relação ao conceito de Radiação de Corpo Negro (RCN) e algumas características Estelares. De forma similar à avaliação somativa 01, as quatro primeiras perguntas

foram formuladas e analisadas com base em três pontos principais (que sintetizam as ideias, as informações e os conceitos estudados ao logo desta etapa), sendo eles: **Cor de Luz e Temperatura**, **Conceito de Corpo Negro**, **Radiação de Corpo Negro e Estrelas.**

Como este encontro ocorreu na última semana das aulas, que antecedem as férias do mês de julho, sofreu influências do ambiente escolar típico desta época. Os alunos em sua maioria já estão "em ritmo de férias", muitos estão com viagem programada com suas famílias, outros ficam em suas casas, porém, alguns ainda vão à escola e frequentam às aulas até o último dia letivo. De forma que, dos dez (10) cursistas, seis (6) responderam a este questionário, dos quais, quatro (4) também responderam ao questionário anterior, e os outros dois (2) haviam faltado na referida atividade. Infelizmente, entres estes estavam dois (2) dos cursistas que participaram ativamente do curso todo, que responderam ao primeiro questionário, e não se fizeram presentes neste dia.

A primeira pergunta do questionário referia-se ao primeiro ponto levantado, Cor de Luz e Temperatura. Buscou-se sondar a interpretação dos cursistas, com relação a situação apresentada e sua ligação com conhecimentos ligados a RCN estudados. Com base nas argumentações deles, construiu-se as categorias que estão representadas na tabela 04.

Tabela 04 - Dados obtido a partir da avaliação formativa 02: Questão 01

Categoria	Nº citações
Identificam a relação entre cor de Luz e Temperatura	4
Identificam parcialmente a relação entre cor de Luz e Temperatura	1

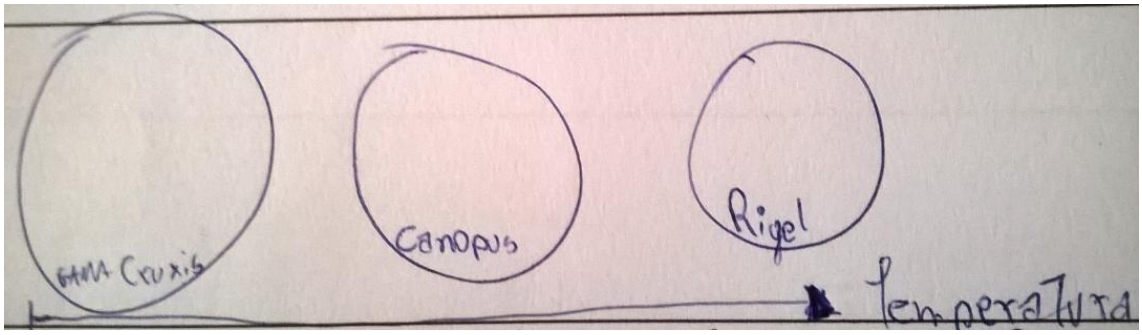
Esta questão trazia uma imagem de três Estrelas de tamanhos diferentes, das cores amarela (Canopus), azul (Rigel) e vermelha (Gama Cruxis), e pedia para classificá-las com base no parâmetro Temperatura. Conforme mostra a tabela 04, a maioria dos cursistas fez a ordenação com base nas informações estudadas. Em suas falas escritas reconhecem que Estrelas azuis possuem temperaturas elevadas, na sequência as estrelas amarelas e por fim as vermelhas. Desta forma, em ordem decrescente, a classificação era: Rigel, Canopus e Gama Cruxis. Alguns optaram por

fazer a classificação em ordem crescente, mas todos mostraram os elementos ressaltados. Um cursista em especial, cursista L, optou por fazer uma representação da classificação das Estrelas, como mostra a figura 30. A seguir, são dispostos exemplos de algumas citações das falas escritas enquadradas na primeira categoria:

Cursistas C: *" A estrela de cor azul tem maior temperatura, a de cor vermelha tem menor temperatura e a de cor amarela tem temperatura na metade do vermelho e azul".*

Cursista F: " *da para saber pela cor qual é a temperatura [...] Azul = mais quente, amarela = moderada, vermelha = mais fria*."

Figura 31: Representação da classificação das Estrelas de acordo com suas respectivas Temperaturas, feita pela cusista L



Fonte: Elaborado pela autora.

O cursista L desenhou o círculo representando cada Estrela e pôs o nome delas dentro de cada representação, fazendo uma reta horizontal orientada que indica o sentido de crescimento da Temperatura, conforme pode ver visualizado na figura 30. Demonstrou, assim como os outros em suas falas escritas, os elementos das informações e os conceitos ressaltados.

As perguntas dois (02) e três (03) abordaram aspectos ligados ao segundo ponto, Conceito de Corpo Negro, propiciando a sondagem da evolução das ideias relacionadas a este, com base nas concepções apresentadas anteriormente pelos cursistas. A partir dos elementos presentes em suas respostas foram elaboradas as categorias apresentas na tabela 05.

Tabela 05 - Dados obtido a partir da avaliação formativa 02: Perguntas 2 e 3.

Perguntas	Categoria	Nº citações
2	Identificam as propriedades de absorção e emissão de um Corpo Negro.	3
	Identificam parcialmente as propriedades de absorção e emissão de um Corpo Negro.	1
	Expressam relações entre Temperatura e Corpo Negro.	2
	Não identificam nenhuma propriedade de um Corpo Negro	1
3	Citam lâmpada incandescente, carvão e ferro em brasa, como corpos de comportamentos similares a um corpo negro	4
	Citam o Sol e outras estrelas, como corpos de comportamentos similares a um Corpo Negro	2
	Citam outros exemplos de corpo ligados a um Corpo Negro	1

A maior parte dos cursistas, ao serem questionados sobre o conceito de Corpo Negro, apresentaram ideias diferentes das iniciais. Eles citaram algumas das propriedades que foram estudadas ao longo do processo de experimentação com o Simulador de RCN, como pode ser visto nas categorias mostradas na tabela 05. Somente um cursista não mencionou nenhuma das propriedades estudadas, este relacionou o Corpo Negro com um astro desprovido de vida, apresentando assim uma concepção completamente diferenciada com relação aos demais. Algumas das falas escritas, apresentadas como resposta foram:

Cursista C : *"Um corpo negro pode absorver ou emitir energia em determinada Temperatura, ou até mesmo os dois."*

Cursista L: *" São corpos que têm a propriedade de mudar de cor conforme sua temperatura. Eles podem absorver e liberar calor e luz. "*

Cursista J*: "É um astro que não produz mais vida ou algo assim."*

Com base nas categorias que indicam os elementos presentes nas falas escritas dos cursistas, pode-se definir duas concepções que sintetizam as ideias e informações por eles apresentadas, no que diz respeito ao conceito de Corpo Negro, conforme mostrado no quadro 05. No quadro 03 foi apresentada uma concepção inicial do grupo com relação a este conceito, torna-se possível traçar um paralelo entre as concepções presentes nos dois quadros, a fim de verificar modificações apresentadas em suas concepções, portanto, sondar indícios de Aprendizagem Significativa (AS).

Quadro 05 - Concepções apresentas pelos cursistas com relação ao conceito de Corpo Negro, na avaliação Formativa 02.

Concepções
Um Corpo Negro é um corpo que possui a capacidade de absorver e emitir Luz.
A Temperatura influencia o comportamento de um Corpo Negro

A concepção inicial sobre este conceito, apresentada inicialmente pelos cursistas, foi de que um "Corpo Negro" é um corpo de cor preta e possui a capacidade de absorver a Luz incidente sobre ele. Pode-se dizer que eles incorporam a seus modelos mentais, as ideias sobre a propriedade de emissão de luz pelos Corpos Negros, além de se consolidar um melhor entendimento sobre o processo de absorção, no entanto, é importante ressaltar que a relação com "um Corpo de cor Preta" não apareceu. Tomando como base as categorias vinculadas a pergunta 2 apresentado na tabela 05, a maioria dos cursistas apontaram em suas falas que os corpos possuem diferentes cores, chegando a citar as Estrelas como exemplos de Corpos Negros, mostrando indícios de mudanças em suas concepções iniciais.

Por meio da quarta questão foi abordado o terceiro ponto, Radiação de Corpo Negro e Estrelas. Foi possível investigar a percepção dos alunos com relação a este ponto e se apresentavam em suas argumentações, elementos relacionados as discussões e leituras realizadas. Construíram-se na tabela 06 as categorias que representam seus discursos escritos:

Tabela 06 - Dados obtido a partir da avaliação formativa 02: Questão 04

Categoria	Nº citações
Relacionam a emissão de Luz de uma Estrela com o comportamento de um Corpo Negro	3
Relacionam Corpo Negro com Radiações do cotidiano	1
Desviaram-se completamente das informações sobre Estrelas e RCN, ou não responderam.	2

Uma parte considerável dos cursistas trouxeram em suas argumentações elementos ligados aos estudos vinculados ao ponto em questão. É possível observar nas falas escritas os significados atribuídos por eles as novas informações, além de indícios de um processo de reorganização das ideias em suas estruturas cognitivas, o que indica uma possível AS. Nas falas do cursista C notam-se ligações com a atividade de experimentação com Simulador de RCN, na qual dentre outros procedimentos, foi feita a medição de corrente elétrica. Já o cursista A, trouxe fragmentos das ideias discutidas ao longo da experimentação virtual com Simulador de RCN, em especial as radiações emitidas por corpos diferentes em variadas Temperaturas. Como exemplos das falas que deram origem as categorias da tabela 06 têm-se as seguintes citações:

Cursista F: *"Para saber o porque as estrelas emitem luz e as luas não por exemplo e para saber porque certos tipos de materiais absorvem luz e emitem ela."*

Cursista C: *"Para saber que tipo de luz a estrela produz. E qual o valor de sua corrente elétrica."*

Cursista A: *"Sua importância é que agora podemos saber que as Luzes do nosso redor em um significado. E que Corpo Negro não necessariamente é um objeto preto mas sim, Luzes que podem estar bem próximo de nós."*

A partir dos os resultados obtidos na avaliação formativa 02, pode-se afirmar que os mecanismos de aprendizagem adotados mostraram-se eficazes e foram significativos para os cursistas, assim como, os materiais utilizados durante o

desenvolvimento das atividades. Este fato se evidencia, quando em suas falas escritas, aparecem elementos relacionados à experimentação com o Simulador real e virtual de RCN, tal como, elementos das informações contidas no texto estudado e nas discussões realizadas.

Assim sendo, torna-se possível afirmar também que as metas estabelecidas, no se refere a construção de um ambiente favorável ao desenvolvimento da Aprendizagem por Descoberta e por Recepção, foram alcançadas. Talvez não em um nível pleno, contudo, em um nível positivo. Cabe ressaltar que, estas afirmações estão embasadas em todo o comportamento apresentado pelos cursistas durante o desenvolvimento das atividades da segunda etapa, o qual foi descrito e comentado anteriormente sobre as interações estabelecidas com os materiais disponibilizados, as falas e as expressões não verbais.

No que se refere a uma visão geral dos resultados apresentados nas duas etapas, algumas considerações relacionadas aos indícios de Aprendizagem Significativa merecem destaque. Primeiramente, as categorias que indicam citações relacionadas às atividades de experimentações e às ideias derivadas desse processo, que estão diretamente ligadas aos indícios de uma Aprendizagem Significativa por Descoberta, a identificação e utilização dos termos "Espectroscópio" e "Espectro" de forma voluntária, que submete à possibilidade de uma Aprendizagem Conceitual dos mesmos. Além disso, as categorias que indicam citações relacionadas aos elementos presentes nas leituras compartilhadas e rodas de discussão, que se ligam diretamente com indícios de uma Aprendizagem Significativa por Recepção.

Tendo em vista que, aprender significativamente não é aprender todos os conteúdos que são apresentados, mas aprender aquilo que tem significado para o sujeito que está imerso no processo de ensino e aprendizagem. E que, a Aprendizagem Significativa (AS) é dinâmica, progressiva e extremamente subjetiva. Não se pode afirmar de fato que há uma AS efetiva por parte dos cursistas, uma vez que o tempo de aplicação do projeto/curso e as avaliações realizadas durante o processo não permitem uma sondagem de maior acuidade. Assim, neste trabalho são apresentados apenas os indícios de uma aprendizagem.

Retomando a questão básica de pesquisa: Em quais aspectos o conjunto temático de atividades "O estudo de tópicos de FMC por meio de investigação sobre as estrelas" pode contribuir, para que alunos do Ensino Médio tenham uma Aprendizagem

Significativa dos conhecimentos vinculados a Espectroscopia e Radiação de Corpo Negro? E tomando como base toda a análise desenvolvida, com relação ao conjunto temático e os mecanismos pedagógicos adotados, segue no quadro 06, uma listagem de aspectos que respondem a esta questão.

Quadro 06: Aspectos que respondem a questão básica de pesquisa

Numeração	Aspectos
I	Traz os alunos para uma posição ativa dentro do processo de ensino e aprendizagem.
II	Permite fazer a sondagem das concepções prévias dos alunos, acerca de conceitos físicos e informações, ligadas ao tema.
III	Explora a criatividade e, em certo grau, a autonomia dos alunos.
IV	Propicia momentos de interação aluno/aluno e aluno/professor, favorecendo a troca de informações e significados.
V	Incentiva e motiva o desenvolvimento de um espírito investigativo por parte dos alunos.
VI	Dispõem de materiais que podem ser potencialmente significativos.
VII	Propicia o desenvolvimento de um ambiente favorável a construção de uma Aprendizagem por Descoberta, por Recepção e Conceitual.
VIII	Investiga e observa a existência de indícios de Aprendizagem significativa

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto temático de atividade que se apresenta na forma de produto pedagógico não é uma "receita pronta". O que se apresenta como proposta tem em vista que o professor exerça um papel de orientação e instigação durante as interações nas atividades. Incentiva a participação ativa dos alunos e promove as adaptações necessárias onde se pretende aplicá-lo, tendo em vista que, o que é significativo para um determinado grupo de indivíduos pode não ser para outro. Vale lembrar a afirmação de Ausubel (2003), no que tange ao desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa (AS): faz-se necessário não apenas que o material seja potencialmente significativo, mas que os mecanismos de aprendizagem adotados sejam também significativos, para o público de alunos com o qual se está trabalhando.

No caso particular desta aplicação, os resultados obtidos foram considerados positivos, tendo em vista que, considerando a maioria dos cursistas participantes do projeto/curso, as análises e discussões apontam as duas condições acima citadas, sendo atendidas de forma satisfatória. Assim, pode-se dizer que o objetivo do trabalho, ou seja, Estudar o processo de aprendizagem dos estudantes do Ensino Médio sobre os conceitos de Espectroscopia e Radiação de Corpo Negro, tendo como pano de fundo a temática estrelas em uma estratégia didática de ensino centrada em elementos da teoria de aprendizagem de David Ausubel, foi alçando.

As concepções iniciais por eles apresentadas com relação às Estrelas e também à Luz, expressas no quadro 02, indicaram poucas informações e ideias ligadas a estes conceitos, sendo alguns frutos das próprias vivências cotidianas deles com o mundo. De maneira geral, estas concepções modificaram-se ao longo do desenvolvimento das atividades, expressa nas tabelas pelas categorias levantadas tanto na primeira quanto na segunda etapa, mostraram-se como novos elementos, ligados com as novas informações sobre as Estrelas, assim como, aos novos conceitos de Espectroscopia e Radiação de Corpo Negro (RCN), presentes nas falas escritas dos cursistas levantadas durante os fazeres das atividades.

Os relatos presentes no diário de bordo trouxeram descrições das falas orais e expressões não verbais, apresentados por eles durante o desenvolvimento das principais atividades do conjunto temático. Elas consolidam as análises dos questionários, com base em seus comportamentos durante as discussões,

participações, questionamentos, e nas interações estabelecidas com os materiais utilizados.

Assim, considerando dois aspectos importantes do trabalho, o respeito às concepções prévias dos alunos (Ausubel (2003) afirmar que é a partir destas que o sujeito deve ser ensinado) e a adoção de mecanismos pedagógicos que estimulem a sua participação ativa (respeitando o tempo próprio de cada indivíduo para desenvolver as atividades e fornecendo orientações que visem a facilitação do desempenho dos alunos), o conjunto temático de atividades pode ser considerado um material potencialmente significativo, mostrando-se uma boa estratégia para o estudo de conceitos de Espectroscopia e RCN, podendo contribuir para o desenvolvimento de uma AS por parte dos alunos.

Cabe ressaltar, que o número reduzido de alunos contribuiu com o estreitamento das relações entre a professora/pesquisadora e os cursistas, facilitando a observação do comportamento deles durante o curso, assim como, favoreceu o despertar da confiança para exporem suas ideias e opiniões, interagindo entre si e com a professora/pesquisadora. O desenvolvimento dentro deste ambiente harmônico pode ser considerado um fator que contribuiu de forma favorável com os resultados obtidos na aplicação do conjunto temático.

Durante a aplicação do conjunto de atividades, enfrentou-se algumas dificuldades, tal como as oscilações na presença de alguns cursistas. Isso refletiu no processo de aprendizagem, por não terem vivenciado momentos ricos de interação com outros cursistas e com a professora/pesquisadora, assim como, momentos de experimentação e discussão mais amplos. Dúvidas diferentes poderiam ter sido abordadas, colaborando para uma construção conceitual mais rica e diversa durante as atividades. Pode-se perceber a influência de tais oscilações em algumas categorias levantadas a partir dos questionários.

Outra dificuldade encontrada foi o período de pré greve, no qual houve reuniões internas e externas, interferindo diretamente na rotina escolar. Além do período de greve, propriamente dito, que fora em torno de quinze dias (15), até se estabelecer o rumo normal das atividades escolares. Neste cenário, houve dificuldades no desenvolvimento dos encontros, e o curso precisou ser estendido até a última semana de aulas, antes das férias de julho. Fez-se necessário um replanejamento de algumas atividades da segunda etapa, nas experimentações com o Simulador real e virtual de

RCN. Por se tratar de atividade do tipo experimental, que atua num campo fora do senso comum, demandou-se mais tempo para que os cursistas pudessem interagir com os materiais, de forma que um ambiente favorável a Aprendizagem Significativa por Descoberta, pudesse ser mais bem explorado.

No que tange a estratégia de conexão entre as duas grandes áreas da ciência e de ensino, a Física e a Astronomia, pode-se dizer que foi de grande valia e sucesso. A temática "Luz das Estrelas" capturou e motivou os cursistas ao longo do curso, mostrando-se significativa para eles. A conexão estabelecida deu a oportunidade de ver os conceitos de Espectroscopia e RCN de forma aplicada, propiciou que tivessem uma visão panorâmica no desenvolvimento das duas ciências, e como uma cooperou para o desenvolvimento da outra. Desenvolveram-se também atividades e discussões relacionadas ao nascimento das Estrelas e seu ciclo de vida, contudo tendo em vista os objetivos do trabalho não foram aqui contempladas completamente, sendo objetos de publicações futuras em eventos e revistas da área.

No final do ano de 2015 o Ministério da Educação e Saúde - MEC, apresentou uma proposta para nova Base Nacional Comum - BNC (este material não encontra-se finalizado e publicado oficialmente até 30/04/2016), dando espaço para que todos os brasileiros que assim desejarem, encaminhassem até 15 de março de 2016 suas sugestões e contribuições, tendo em vista a melhoria e adequação da proposta nacional, que é extremamente importante para a Educação Básica Brasileira, através do link: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio. No que se refere ao Ensino Médio (EM) e a disciplina de Física, algumas sugestões e orientações trazidas por este documento mostram-se convergentes com os apontamentos feitos nos textos iniciais deste trabalho, além de conceitos e atividades nele contemplados.

Para cada componente curricular, a BCN trata quatro pontos importantes, sendo eles: (1) Conhecimento Conceitual, (2) Contextualização Histórica, Social e Cultural, (3) Processos e Práticas de investigação, e (4) Linhagens das Ciências. Pode-se dar destaque a pontos de consonância com as abordagens realizadas, no que se refere às orientações para o segundo ano do EM, com relação ao item “Comunicação e Informação em Sistemas e Processos Naturais em Tecnológicos”. Referente ao ponto 1, ressalta a importância do estudo do Espectro Visível da Luz, a relação entre suas cores e as frequências correspondentes, e a decomposição das cores primarias da

Luz. As atividades e os textos sobre Espectroscopia aqui apresentados são um exemplo desta abordagem, e ainda possuem ligações com os pontos 2 e 3 destacados.

Para o terceiro ano do EM, dentre outros itens, a BCN traz “Matéria e Radiação em Sistemas e Processos Naturais e Tecnológicos”. No que tange ao ponto 1, uma das orientação é explorar as radiações presentes no cotidiano, e as Frequências e Comprimentos de Onda relacionados. Estas considerações estão parcialmente presentes nas atividades relacionadas a RCN, que apesar de não ter sido até o momento, citada diretamente na BCN, possui ligações fortes com as demais radiações do Espectro Eletromagnético, ainda mais quando se refere ao Sol, como fonte das mesmas.

Um elemento que merece destaque é o incentivo a inserção de informações relacionadas à Física Moderna e Contemporânea, indicando um paralelo entre as ideias e conceitos do Eletromagnetismo, Modelo Ondulatório e Modelo Corpuscular da Luz. A inserção de conceitos de Astronomia é proposta em um item com o título “Terra, Universo e Vida”, no qual se faz referencia no ponto 1 há emissões realizadas por astros dentro e fora do Sistema Solar. Se considerarmos tais astros as Estrelas, faz-se essencial o estudo da RCN, conforme foi discutido nesta proposta de material.

Com base nesta perspectiva, pode-se dizer que a proposta do conjunto temático de atividades, que tem a intenção de conectar Física e Astronomia, aborda ideias e informações que estão em consonância com as atuais discussões curriculares na educação brasileira. Assim, este trabalho pode contribuir com a discussão da área, oferecendo opções de atividades que podem ser adotadas tanto em conjunto quanto de forma individual, dependendo do interesse dos professores e alunos que o elegerem para uso.

Algumas publicações foram obtidas no decorrer do desenvolvimento da pesquisa. Os materiais produzidos que compõem o produto educacional dessa dissertação foram aceitos por eventos de divulgação da área de Ensino de Ciências e Educação em Astronomia, e seus artigos incluídos nos anais na linha de Materiais, Métodos e Estratégias de Ensino e são disponibilizados nos anexos A, B e C.

O artigo intitulado “Nascimento das Estrelas: Uma Estratégia para Abordagem do conceito de Gravitação” foi apresentado no **III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA)** realizado, em 2014, na cidade de Curitiba no estado do

Paraná. Este visa motivar o ensino de astronômica no ensino médio, por meio de abordagens que permitem a interação entre astronomia e conceitos da física, como é o caso do conceito de gravitação.

O segundo artigo publicado “Estudando as Estrelas: Estratégia de Abordagem do Conceito de Radiação de Corpo Negro” e apresentado foi na **I Mostra de Materiais Didáticos do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPEC/UFMS**, realizado, em 2015, na cidade de Campo Grande no estado de Mato Grosso do Sul. Ele trata da relação entre as Estrelas e o comportamento da RCN, e ressalta a importância da experimentação para o estudo da RCN.

A terceira publicação foi “Nascimento, Vida e Morte das Estrelas: Uma Temática de Ensino para Conexão entre Astronomia e Física”, apresentado no **18º Encontro Nacional de Astronomia (ENAST)**, realizado em 2015, na cidade de Belo Horizonte no estado de Minas Gerais. Ele apresenta os resultados parciais obtidos durante o 1º Módulo do projeto de extensão “Escola de Formação de Jovens Astrônomos” (EFJA), voltado aos alunos do Ensino Médio de Escolas da Rede Pública Estadual, sendo este módulo o referido curso Estudando as Estrelas no qual se aplicou o conjunto de atividades.

Dentro das perspectivas futuras, tem-se o alvo de fazer publicações para divulgar os materiais desenvolvidos, tanto as orientações pedagógicas como os resultados obtidos, em revistas da área de ensino de Física e de Astronomia. Propiciar que outros profissionais tenham acesso a esta pesquisa, de forma a contribuir para o ensino de ambas as ciências, como para ampliar as possibilidades de reaplicação do conjunto de atividade em outras realidades escolares, contribuindo assim, com o desenvolvimento da pesquisa em ensino e com a inovação das práticas pedagógicas que podem vir a ser adotadas por professores da área.

8. REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David, P. **Aquisição e Retenção do Conhecimento**: Uma Perspectiva Cognitiva. 1 ed. Lisboa: Paralelo LDA, 2003. Trad. Lígia Teopisto..

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**, 2000.

_____, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Básica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**, 2002.

_____, Ministério da Educação e Cultura **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, 2006.

_____, Ministério da Educação e Cultura **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, 2006.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edição 70. 2006.

Curso à distância de Astrofísica Geral do Observatório Nacional, 2013. Disponível em: http://www.on.br/ead_2013/

GIL, Antônio, C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**, 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

HORVATH, Jorge, E. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**, 2 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

JUNIOR, N. B., PAIVA, J. R., CARVALHO, A. M. P. Promovendo a argumentação no discurso de alunos do ensino médio com o uso do interferômetro de machzehnder em uma sequência de ensino investigativa. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013. **Atlas...** São Paulo: SBF, 2013.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. p. 10, 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

MS, Secretária de Educação. **Referencial Curricular do Ensino**, 2012.

LABURÚ, C. E., SIMÕES, A. M., URBANO, A. A. Mexendo com polaróides e mostradores de cristais líquidos (o ensino de Física contemporânea tendo como pano de fundo a física do cotidiano). *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 192-202, ago. 1998

MACHADO,D. L.; NARDI,R. Construção e validação de um sistema hipermídia para o ensino de Física Moderna. *Revista Electrónica de Ensenanza de lãs Ciências*, v. 6, n. 1, 2007.

MACHADO, T. L. D. Nascimento das estrelas: uma estratégia para abordagem do conceito de gravitação. III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, Curitiba, 2014. **Atlas...** São Paulo: SAB, 2014.

MARRANGHELLO, G. F., PAVANI, D. B. Astronomia e física moderna duas necessidades, uma solução. . I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, Rio de Janeiro, 2014. **Atlas...** Rio de Janeiro: SAB, 2011.

MONTEIRO, M.A., NARDI, R., FILHO, J. B. B. Impedimentos para alguns professores daEducação básica introduzirem a física moderna e Contemporânea

em suas programações de ensino:Desencontros entre as diretrizes formativas e o Contexto da atuação dos professores. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013. **Atlas...** São Paulo: SBF, 2013.

MOREIRA, Antônio, M. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**, 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

OSTERMANN, F. ; MOREIRA, M.A. Física Contemporânea en la escuela secundaria: uma experiência em el aula involucrando formación de profesores. *Ensenãanza de lãs Ciências*, v. 3, n. 18. p. 391-404. Barcelona, 2000.

OSTERMANN, F. ; MOREIRA M.A. Atualização do Currículo de física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores.*Caderno Catarinense de Ensino de Física*. v. 18, n. 2, p. 135 – 151, 2001.

PAIVA, J. R., JUNIOR, N. B., CARVALHO, A. M. P. Uma construção multimodal de alguns aspectos de enculturação científica em uma sequência de ensino Investigativa junto a alunos do ensino médio. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013. **Atlas...** São Paulo: SBF, 2013.

PERREIRA, A. P., OSTERMANN, F. Introduzindo conceitos de física quântica no ensino médio a partir de um interferômetro virtual de mach-zehnder. Simpósio Nacional de Ensino de Física, Espírito Santo, 2009.

PESSANHA, M.C.R. et.al. Interação entre luz e matéria:um experimento com acesso a distância através da internet. Simpósio Nacional de Ensino de Física, Espírito Santo, 2009. Disponível em: http://www.cienciamao.if.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snef&cod=_interacaoentreluzematteri acessado em 30/09/2013.

PINTO, A. C., ZANETIC, J. È possível levar a física quântica para o ensino médio? *Caderno Catarinense de Ensino de Física.* v. 16, n. 1, p. 7 – 34, 1999.

RITA, J. R. S.; DIAS, C. A. C. M. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. *Revista Latino – Americana de Educação em Astronomia*,. n. 6, p. 55 – 65, 2008.

RODRIGUES, V. D. et AL.Ensino de Astronomia: Uma abordagem para o ensino de física. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013. **Atlas...** São Paulo: SBF, 2013.

SCALVI, F. *et al*. Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 3, p. 391-396, 2006.

SILVA, J.A.C., ALLEN, M. P. Um roteiro para trabalhar conjuntamente astronomia e física no ensino médio. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013. **Atlas...** São Paulo: SBF, 2013.

SILVA, L.F.; ASSIS, A. Física moderna no ensino médio: um experimento para abordar o efeito fotoelétrico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v.29, n.2, p. 313 – 314, 2012.

TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2 grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, 1992.

VALADARES, E. C., MOREIRA, A. M. Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro*. Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 121-135, ago. 1998.

APÊDICE A - Termo de Assentimento

TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa: **"Estudando as estrelas: uma estratégia para a abordagem do conceito de radiação de corpo negro"**, dirigida pela pesquisadora Tairine Lemes Dais Machado, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Nesta pesquisa pretendemos desenvolver um conjunto de atividade que permitam inovações nas praticas pedagógicas voltadas à abordagem dos conceitos de Física de forma articulada e contextualizada. A proposta é desenvolver um roteiro de atividades temático para estudar conceitos específicos de física moderna de forma dinâmica e atraente, visado estimular não apenas o exercício da razão, mas também da emoção e do prazer, por meio de atividades lúdicas e experimentais.

Você será convidado (a) á responder questionários e redigir textos sobre alguns temas relacionados à Física, Astronomia e a aprendizagem. Os questionários e redações serão registrados para posterior estudo. Além disso, devera realizar as atividades propostas, envolvendo experimentos, jogos didáticos, observações do céu e rodas de discussões, ciente que as produções das atividades individuais e coletivas serão fotografadas.

As atividades do roteiro temático, serão desenvolvidas em encontros com a pesquisadora, realizados duas vezes por semana com duração de 1h:10 min. cada um, sendo um total 16 encontros, 8 semanas.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento. Você não terá nenhum gasto, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pela pesquisadora que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma

publicação. Esta pesquisa apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras da escola ou do dia a dia.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pela pesquisadora responsável, e a outra será fornecida a você.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo ligue para Tairine Lemes Dias Machado (pesquisadora), e-mail: tairinemachado@gmail.com, no telefone (067) 9224-1554. Para perguntas sobre seus direitos a respeito da pesquisa entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (067) 33457187.

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ **(se já tiver documento),** fui informado (a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e me retirar do estudo a qualquer momento sem qualquer prejuízo, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas *dúvidas.*

Campo Grande, ____ de _____ de 20___.

_____ _____

Assinatura do menor Assinatura da pesquisadora

APÊNDICE B - Termo de Livre Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você esta sendo convidado a participar em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Esta pesquisa está sendo conduzida pela pesquisadora **Tairine Lemes Dias Machado**, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. O título do projeto é: **"Estudando as estrelas: uma estratégia para a abordagem do conceito de radiação de corpo negro".**

Este estudo está sendo realizado, tendo em vista a necessidade de inovações nas praticas pedagógicas voltadas à abordagem dos conceitos de Física de forma articulada e contextualizada. A proposta é apresentar um roteiro de atividades temático para estudar conceitos específicos de física moderna de forma dinâmica e atraente, visado estimular não apenas o exercício da razão, mas também da emoção e do prazer, propiciando condições para o desenvolvimento de diferentes habilidades que estimulam a aprendizagem.

Os participantes da pesquisa serão alunos do 1º, 2º e 3º ano ensino médio, regularmente matriculados na Escola Estadual Clarinda Mendes de Aquino. Poderão participar deste estudo todos os alunos interessados com disponibilidade de tempo para a pesquisa.

Você respondera questionários e redigira textos sobre alguns temas relacionados à Física, Astronomia e a aprendizagem. Os questionários e redações serão registrados para posterior estudo. Além disso, devera realizar as atividades propostas, envolvendo experimentos, jogos didáticos, observações do céu e rodas de discussões, ciente que as produções das atividades individuais e coletivas serão fotografadas.

As atividades do roteiro temático, serão desenvolvidas em encontros com a pesquisadora, divididos em duas turmas, a turma 1 (um) terá um encontro por semana com duração de 2h30 min e a turma 2 (dois) terá dois encontros por semana com duração de 1h15 min cada um, sendo um total de oito encontros com a turma 1 e 16 encontros com a turma 2.

Os questionários, redações e as fotografias, produzidos nos encontros, só serão vistos pelos pesquisadores. Além disso, nenhum participante será identificado na pesquisa. Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador e a equipe do estudo, o Comitê de Ética independente e inspetores de agências regulamentadoras do governo (quando necessário) terão acesso às suas informações para verificar as informações do estudo. Você será informado periodicamente de qualquer nova informação que possa modificar a sua vontade em continuar participando do estudo.

Sua participação no estudo é voluntária. Você pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento. Você não perderá qualquer benefício ao qual você tem direito. Você não será proibido de participar de novos estudos. Você receberá uma via assinada deste termo de consentimento.

Quando menor de idade, quem assinará o termo serão os pais ou responsáveis.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo ligue para Tairine Lemes Dias Machado (pesquisadora), no telefone (067) 9224-1554. Para perguntas sobre seus direitos a respeito da pesquisa entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (067) 33457187.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas. E que sou voluntário a tomar parte neste estudo.

Campo Grande, ____ de _____ de _____.

_____

Assinatura do Voluntário, Pais ou Responsáveis

_____

Assinatura do pesquisado

APÊNDICE C - Avaliação Formativa 01

01) De acordo com as leis da Espectroscopia propostas por Kirchhoff em 1860, três tipos de espectros são definidos e caracterizados, quais são eles?

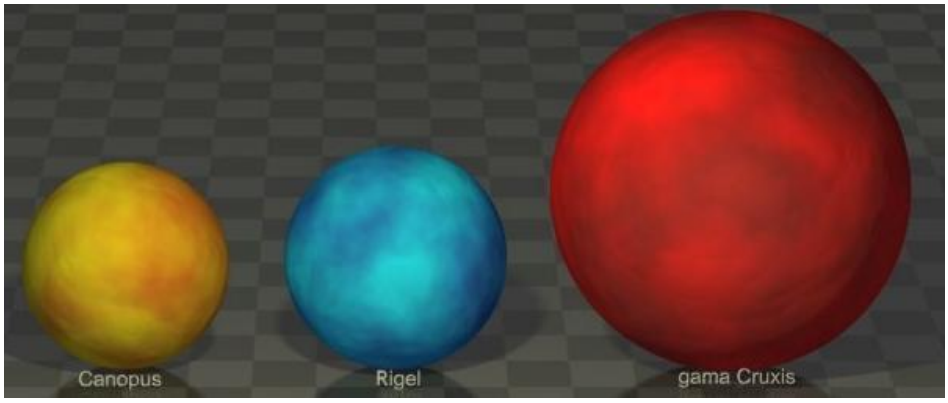
02) Faça uma descrição dos tipos de espectros estudados.

03) Como são produzidas as linhas escuras que aparecem no espectro do solar.

04) Explique com podemos identificar os elementos que constituem uma estrela usando técnicas de espectroscopia.

APÊNDICE D - Avaliação Formativa 02

01. Observe a representação das estrelas a seguir:



Apresente uma possível classificação destas estrelas a partir do parâmetro Temperatura.

02. Como você explicaria para um colega,o que é um corpo negro?

03. Cite exemplos de objetos/corpos que podem ser classificados como corpos negros.

04. No que se refere as estrelas, qual a importância do estudo sobre Corpo Negro?

05. Faça um breve relato sobre sua experiência ao realizar a atividade como o Simulador de Radiação de Corpo Negro.

APÊNDICE E - Artigo publicado no III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA)

NASCIMENTO DAS ESTRELAS: UMA ESTRATÉGIA PARA ABORDAGEM DO CONCEITO DE GRAVITAÇÃO

BIRTH OF THE STARS: A STRATEGY TO APPROACH THE CONCEPT OF GRAVITATION

Tairine L. D. Machado[1] e Hamilton P. S. Corrêa[2]

[1] UFMS/ Instituto de Física/ mestranda do programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências/ tairinemachado@gmail.com

[2] UFMS/ Instituto de Física/ docente do programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências/ hpsoares@gmail.com

Resumo

Ao lançar um olhar crítico para o Referencial Curricular de Mato Grosso do Sul (RCMS), observam-se apenas dois conceitos físicos com orientações diretas para abordagens astronômicas, Gravitação Universal e Buracos Negros, sendo eleito o primeiro para o desenvolvimento do trabalho. Para este, apresenta-se um roteiro de atividades com o tema "Nascimento das Estrelas", visando contribuir para o ensino de Astronomia associado ao conceito de gravitação no ensino médio, tendo com suporte a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Espera-se que o material apresentado forneça aos professores do ensino médio subsídios para trabalhar conteúdos ligados à gravitação universal associados a conceitos de termodinâmica e fusão nuclear. Espera-se que o roteiro possibilite que os alunos vejam os conceitos de gravitação numa abordagem diferenciada, além de contribuir com inovações das práticas pedagógicas e metodologias de abordagem em sala de aula. Os materiais de coleta de dados serão questionários e redações, analisados pela técnica de análise do conteúdo.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Física; Aprendizagem Significativa.

Abstract

A critical look at the Curriculum Reference from Mato Grosso do Sul (RCMS) reveals only two physical concepts with direct guidance for astronomical approaches, namely, Universal Gravitation and Black Holes, being elected the former to develop this work. For this subject, one presents a roadmap of activities within the theme "Birth of Stars", in order to help the teaching of astronomy associated with the concept of gravity in high school, and supported by the meaningful learning theory by David Ausubel. It is expected that the material presented here will provide high school teachers with subsidies to work with contents involving universal gravitation associated with concepts of thermodynamics and nuclear fusion. It is expected that the script allows to the students to see the concepts of gravitation on a differentiated approach, and contributes to innovative pedagogical practices and methodological approaches in the classroom. Data collection will consist of questionnaires and essays and will be analyzed by the analysis of content technique.

Keywords: Astronomy Teaching; Physics; Meaningful Learning.

INTRODUÇÃO

O sistema de educação brasileiro tem passado nas últimas décadas por um processo de mudanças e inovações, visando um ensino de qualidade, atrativo e acessível a todos, assim como a valorização dos profissionais da educação. A fim de contribuir neste processo e com base nos documentos oficiais, que orientam o sistema de educação brasileira (PCN, PCNs+, OCN e LDB), no ano de 2007, o Governo do Estado de Mato Grosso do Sul, através da Secretaria de Estado de Educação (SED), elaborou o Referencial Curricular da Educação Básica da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul (RCMS) – ensino fundamental e médio. Em 2011, este documento passou por processo de atualizações, visando atender as expectativas de aprendizagem dos estudantes, como afirma MS (2012). Ele apresenta visões globais e específicas do ensino, aprendizagem, habilidades e competências focadas no desenvolvimento do educando.

Lançando um olhar mais crítico para os conteúdos do RCMS, relacionados diretamente com a astronomia, verifica-se que estão alocados principalmente nos anos iniciais do ensino fundamental, na disciplina de ciências da natureza. Tópicos voltados ao estudo do tempo, ligado aos movimentos aparentes do céu, são abordados no primeiro ano; a origem e formação do Universo, formação do sistema solar e da Terra são abordados no terceiro e sexto ano (neste caso, também são abortados na disciplina de geografia); o Sol, a Lua, as Estrelas e sistemas de localização no tempo e no espaço, com base nestes astros, são abordados no quarto ano.

No que se refere ao currículo do ensino médio, na disciplina de Física são indicados tópicos relacionados à astronomia somente para o primeiro ano, Gravitação Universal e Buracos Negros. De acordo com o RCMS, devem ser trabalhados de forma que os alunos desenvolvam as seguintes competências e habilidades:

> Explicar como a força gravitacional é responsável pelos movimentos dos planetas, luas, cometas e satélites. Explicar como corpos massivos podem atrair até mesmo a luz. (MS, 2012)

Apesar de não haver tópicos de astronomia citados diretamente para os outros anos do ensino médio, tanto na disciplina de física quanto em outras disciplinas, nada impede que os professores adotem metodologias de ensino usando temas astronômicos para abordar e contextualizar conceitos do currículo.

Gomide e Longhini (2012), Langhi (2009) e Rita e Dias (2008), dentre outros autores, enfatizam que o tema astronomia desperta grande interesse na maioria dos alunos, o que o faz uma excelente porta de entrada para os mais variados conceitos tratados no ensino regular. A astronomia abre caminhos para ações disciplinares e interdisciplinares entre professores e pesquisadores, neste sentido, trabalhos voltados para o ensino de astronomia, principalmente no nível médio, têm crescido consideravelmente. Rita e Dias (2008) enfatizam a necessidade de se incorporar no currículo do ensino médio uma disciplina específica de astronomia, como estratégia para trabalhar conceitos da área de forma mais coerente. Langhi e Oliveira (2012) elaboraram uma sequência didática a partir do tema poluição luminosa, contemplando conceitos de óptica e visando uma conscientização socioambiental. Scalvi *et al*. (2006) propõem a construção de um telescópio refletor como ferramenta para o ensino de astronomia e a exploração de conceitos ópticos, como imagens em lentes e espelhos, aberrações esféricas e cromáticas, interferência e difração.

De acordo com Langhi (2009), a astronomia assume um papel motivador no ambiente escolar, o que é fundamental para o exercício e desenvolvimento de uma aprendizagem significativa como afirmam as teorias cognitivistas. O conceito a ser estudado deve capturar o aluno e despertar o desejo do querer aprender.

> Nas escolas, a Astronomia promove este excitante papel motivador, tanto para os alunos como para os professores, pois, ao tocar neste assunto, a maioria dos jovens costuma desencadear uma enxurrada de perguntas sobre buracos negros, origem do universo, vida extraterrestre, tecnologia aeroespacial etc. (LANGHI, 2009, p. 10)

Para que o ensino temático tenha significado para os alunos, sendo motivador e instigante, não basta apenas introduzir um tópico astronômico, é essencial que as metodologias de abordagem sejam em igual forma atraentes e motivadoras. Os materiais e atividades devem estimular não apenas o exercício da razão, mas também da emoção e do prazer, pois, como afirma Pietrocola (2005), para que o conhecimento seja considerado como marcante é fundamental que gere algum tipo de prazer.

A fim de contribuir para o acervo de materiais didáticos, neste trabalho, se apresenta uma proposta de roteiro de atividades com o tema “Nascimento das Estrelas”, desenvolvido a fim de investigar a seguinte questão: Como o roteiro de atividades com o tema “Nascimento das Estrelas” pode contribuir para o ensino de Astronomia associado ao conceito físico de gravitação do ensino médio?

Espera-se que o material alcance os professores do ensino médio, como uma opção de trabalhar conteúdos como gravitação universal, e também conceitos associados à temática, como termodinâmica e fusão nuclear.

Tendo em vista que a astronomia tem se mostrado motivadora e atraente, espera-se que o roteiro proposto ofereça recursos para que os alunos assimilem os conceitos trabalhados, tendo como consequência uma aprendizagem significativa. Ainda, que motive a abordagem de outros conceitos da física, que podem ser consorciados à astronomia, tais como, campo magnético, partículas elementares, espelhos e lentes, luz, espectroscopia e eficiência energética, entre outros.

METODOLOGIA

O material apresentado faz parte de um conjunto de três roteiros de atividades que contemplarão o Nascimento, a Vida e a Morte das Estrelas. O primeiro roteiro abordará o processo de desenvolvimento de uma nebulosa, nuvem de gás e poeira localizada no espaço, a formação da protoestrela, nascimento de uma estrela; o segundo e o terceiro roteiros serão relativos aos estágios da vida e morte das estrelas, respectivamente, a serem apresentados em trabalho futuro.

Vale ressaltar que o roteiro não é uma receita pronta, a proposta tem em vista que o professor exerce o papel de mediador durante as interações nas atividades, incentiva a participação ativa dos alunos e promove as adaptações necessárias para o grupo de indivíduos onde se pretende aplicá-lo.

As atividades e as estratégias adotadas estão apoiadas na teoria de David Ausubel. Visam proporcionar aos participantes interações, compartilhamento de conhecimentos, produções coletivas e individuais, buscando despertar os interesses pela temática trabalhada e pelos conceitos físicos envolvidos. As informações prévias dos alunos são importantes para a introdução e o desenvolvimento do roteiro de atividades, direcionarão os caminhos a serem seguidos. Como afirma o David Ausubel, o fator isolado mais importante a influenciar a aprendizagem é o que o aluno já sabe.

Pretende-se aplicar este roteiro na forma de projeto contraturno em 10 aulas, com uma ou mais turmas formadas por alunos do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio,

sendo o trabalho realizado em uma escola da rede estadual de Mato Grosso do Sul na capital Campo Grande.

Para facilitar o entendimento da organização adotada no roteiro, abaixo se dispõe a estrutura que se pretende seguir no desenvolvimento das atividades.

1ª Aula: Levantamento de informações – Os alunos serão convidados a responderem um questionário de levantamento de informações prévias acerca da temática que será trabalhada através do roteiro “Nascimento das Estrelas”. Este levantamento averiguará se os alunos possuem subçunsores suficientes e necessários para ancorar os conceitos que serão trabalhados, tais como, conceito de distância, movimento, aceleração, força, massa, volume, pressão e temperatura.

De acordo com os resultados dos questionários, será feita a preparação dos organizadores prévios necessários para auxiliar na estruturação cognitiva dos alunos, de forma que tenham condições de ancorar os novos conceitos estudados. Se necessário será dedicada uma aula somente para trabalhar estes organizadores.

2ª Aula: Poesia e Prosa Astronômica - Diversos caminhos podem ser trilhados para se apresentar uma visão geral da astronomia, a proposta é fazer o primeiro momento de interação por meio de poemas, mais especificamente "Ouvir estrelas (Via Láctea)" de Olavo Bilac, (Poesias, Via-Láctea, 1888). O estudo deste poema permite levantar pontos de discussão relevantes que possibilitam uma visão global da astronomia; entre outros, podem-se destacar os seguintes pontos: o Sol e as Estrelas; a Via Láctea; É possível ouvir as estrelas?

Esta atividade visa motivar os alunos a exporem e compartilharem seus conhecimentos e dúvidas sobre a astronomia e seus objetos.

3ª Aula: Astronomia em Roda - Esta atividade visa estimular o exercício da concentração, criatividade e imaginação, o que contribui fortemente para a compreensão de diversos fenômenos que envolvem abstração, tratados tanto na física quanto na astronomia. Os participantes serão convidados a se sentarem formando uma roda e o narrador fará o conto da história da formação do nosso Sistema Solar, de forma simplificada, prestando atenção na entonação da voz e em todos os seus movimentos e gestos, buscando envolver os participantes na história.

Após contar a história, os alunos poderão sentar em grupos e serão convidados a fazerem uma representação da história na forma de ilustração. A

representação deverá destacar pontos que foram atraentes e expressam suas imagens sobre os fatos relatados. Ao finalizarem, cada grupo apresentará sua ilustração e relatará o que representa sua descrição.

Prosseguindo com as atividades do roteiro, segue uma sequência de quatro aulas tendo como tema geral “Nascimento das Estrelas”. Com base em materiais retirados e adaptados do curso à distância de Astrofísica Geral do Observatório Nacional (2013), do texto Sistema Solar - Formação, de Aguilera (2013), somados a um conjunto de imagens ilustrativas, os conceitos de gravitação universal, de termodinâmica dos gases e de fusão nuclear, a teoria nebular de formação das estrelas serão abordados e discutidos.

4ª Aula: Teoria Nebular- Os alunos em roda ouvirão uma segunda história, sobre a formação do sistema solar, mas neste momento introduzindo os elementos do modelo aceito cientificamente. Será feita uma abordagem histórica, relatando as contribuições de Kant, Laplace e outros cientistas mais contemporâneos para o desenvolvimento da Teoria Nebular. Serão fornecidas imagens de nebulosas e supernovas, obtidas por grandes telescópios espaciais e terrestres, para que os alunos possam visualizar e compreender os objetos e os conceitos abordados durante as discussões.

5ª e 6ª Aula: Colapso gravitacional, uma abordagem para o conceito de gravitação – A questão relacionada com a contração da nebulosa e sua explicação a partir da teoria de Gravitação Universal, proposta inicialmente por Isaac Newton, será apresentada por meio de um vídeo de curta duração, produzido através da edição de vídeos e documentários disponibilizados na Web por sítios acadêmicos. Os alunos poderão visualizar imagens que simulam o processo de contração e a formação do disco protoplanetário, a força da gravidade que provoca a aglutinação de poeiras, que formam pequenos corpos planetesimais, as acreções que conduzem à formação de corpos de maiores dimensões, os protoplanetas e, posteriormente, os planetas.

7ª e 8ª Aula: Fusão nuclear e a energia das estrelas – Através de uma dinâmica corporal, os alunos explorarão o conceito de equilíbrio hidrostático. O procedimento para esta atividade será: i) os alunos deverão fazer duas rodas, uma externa e uma interna à outra, de forma que os alunos da roda interna fiquem a frente dos alunos da roda externa, ambos com os braços esticados, tocando nas

mãos um do outro; ii) os alunos da roda externa receberão orientação para se movimentar de forma que forcem a roda interna a se contrair até um raio mínimo, em que seja possível manter ambas as rodas; iii) os alunos da roda interna receberão a orientação de dificultar ao máximo o movimento de contração, quando os alunos estiverem na condição de menor raio, esta será chamada de posição de equilíbrio.

Após esta atividade, será discutido com os alunos o conceito de equilíbrio hidrostático, fazendo um paralelo entre a situação vivenciada por eles, através da dinâmica corporal, e a relação de equilíbrio entre a força gravitacional e a força gerada pela pressão interna dos gases. A partir do equilíbrio hidrostático, será discutido com os alunos conceitos como o aumento da temperatura a valores extremos, o aumento da pressão interna dos gases da estrela e o início do processo de fusão nuclear, com ênfase no processo de reação nuclear hidrogênio-hélio, uma vez ser predominante na geração de energia pela estrela durante a sua permanência na sequência principal.

9º Aula: Observando as Estrelas – O fechamento deste roteiro de atividade será feito por meio de uma observação do céu Noturno, onde os alunos poderão na prática empregar conceitos discutidos durante as atividades, tais como nebulosa e estrelas jovens. Seguem abaixo algumas imagens representativas de objetos celestes que podem ser observados com auxílio de um telescópio de pequeno porte, com aumento de 100 a 200 vezes.

Figura 01: *Nebulosa de Órion*

Figura 02: *Plêiades*

10º Aula: Avaliação – Os alunos farão uma redação sobre o tema “Nascimento das Estrelas”. Em seus escritos se espera que expressem os conceitos que foram por eles assimilados durante o desenvolvimento do roteiro.

ANÁLISE DOS DADOS

Os instrumentos utilizados para o levantamento de dados serão redações de textos feitas pelos alunos e questionários, compostos em sua maioria por questões abertas, ordenadas seguindo a “técnica do funil”, de acordo com Gil (1999), considerando o nível dos alunos e evitando ao máximo induzir respostas.

No decorrer do desenvolvimento do roteiro de atividades os alunos serão convidados a produzir uma redação dissertativa argumentativa, que será analisada, com apoio da teoria de Análise do Conteúdo de Bardin (2006), buscando identificar os argumentos de defesa de cada ideia e opinião e levantando as categorias que expressem os modelos mentais apresentados.

RESULTADOS

Por meio do roteiro “Nascimento das Estrelas” pretende-se apresentar uma proposta de abordagem contextualizada em astronomia para se abordar conceitos físicos, de forma a apontar caminhos para inserção de tópicos de Astronomia no ensino médio, que são contemplados no currículo de acordo com o Referencial Curricular de Mato Grosso do Sul (RCMS), de forma que os alunos possam ver nestes conceitos significativos. Um segundo foco do trabalho é oferecer subsídios para as inovações das práticas pedagógicas e metodologias de abordagem no ensino médio, em especial na disciplina de física, sendo que no trabalho se apresenta, principalmente, o conceito de gravitação, além de fundamentos básicos de termodinâmica dos gases e de fusão nuclear.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta do roteiro “Nascimento das Estrelas” visa contribuir para o crescimento e difusão do ensino de astronomia, em especial nas escolas da rede pública. O conceito de gravitação foi escolhido, pois é contemplado no currículo do ensino médio, de acordo com o referencial curricular do estado de Mato Grosso do Sul e permite fazer uma ponte entre a astronomia e a física. Vale ressaltar que diversos conceitos permitem construir esta ponte, tais como: temperatura,

espectroscopia, campo magnético, movimento de rotação, entre outros, que não foram tratados diretamente neste roteiro, mas, apontam caminhos para trabalhos futuros.

No que se refere à aprendizagem dos alunos, pretende-se acompanhar o processo de mudança, se houver, nas concepções apresentadas inicialmente pelos alunos de forma individual e coletiva, e verificar contribuições que o roteiro de atividades traz para a assimilação de conteúdos e, caso seja necessário, as modificações nas estratégias do trabalho.

Este trabalho conta com apoio financeiro do CNPq, Processo nº 559372/2009-4, e da Fundect/MS, Termo de Outorga nº 0028/11, no âmbito do Edital CNPq/FAP nº 64/2009.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, N. V. **Sistema solar – Formação**, 2013. Disponível em <http://pt.slideshare.net/nuricelva/astronomia-3>

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edição 70, 2006. 223p.

COMIDE, H. A.; LONGHINI, M. D. História Problematizadora: Limites e Possibilidades para o Ensino de Astronomia. Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, 2, 2012, São Paulo. **Atlas...** São Paulo: SAB, 2012. Disponível em < http://snea2012.vitis.uspnet.usp.br/?q=snea2012_resumo_CO4>

Curso à distância de Astrofísica Geral do Observatório Nacional, 2013. Disponível em: <http://www.on.br/ead_2013/>

RITA, J. R. S. e DIAS, C. A. C. M. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. **Revista Latino – Americana de Educação em Astronomia**,. n. 6, p. 55 – 65, 2008.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**, 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999. 206p.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. p. 10, 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

MS, Secretária de Educação. Referencial **Curricular do Ensino**, 2012.

NASA. Disponível em: <http://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_2442.html#.U5mdmHJdVOs>

OLIVEIRA, F. A. e LANGHI, R. Investigando aspectos de conscientização socioambiental sobre a poluição luminosa na perspectiva da abordagem temática. Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, 2, 2012, São Paulo. **Atlas...** São Paulo: SAB, 2012.

Disponível em <http://snea2012.vitis.uspnet.usp.br/?q=snea2012_resumo_CO2>

PIETROCOLA, M. **Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo**. In: PIETROCOLA, M. (org.) Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. 2 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

Poesias, Via-Láctea, 1888. Disponível em: <http://www.academia.org.br/abl/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=443&sid=184>

SCALVI, F. *et al*. Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p. 391-396, 2006.

PELIZZARI, A; *et al*. Teoria de aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista Psicologia Educação Cultura**, Curitiba, 2001- 2002.V 2, n.1, p. 37-42. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/50115736/TEORIA-DA-APRENDIZA-GEM-SIGNIFICATIVA-SEGUNDO-AUSUBEL-Psicologia-Escolar-PEPA> Acessado: 12 mar.2011.

APÊNDICE F - Artigo publicado na I Mostra de Materiais Didáticos do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPEC/UFMS

ESTUDANDO AS ESTRELAS: ESTRATÉGIA DE ABORDAGEM DO CONCEITO DE RADIAÇÃO DE CORPO NEGRO

***Tairine L. D. Machado[1] e Hamilton P. S. Corrêa[2]**

[1] (PG e FM) UFMS/ Instituto de Física/ mestranda do programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências/ tairinemachado@gmail.com

[2](PQ) UFMS/ Instituto de Física/ docente do programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências/ hpsoares@gmail.com

RESUMO

As pesquisas em ensino de física, em especial de Física Moderna e Contemporânea (FMC) tem apresentado, um crescimento significativo de publicações, mas ainda existe uma necessidade de trabalhos, que visem contribuir com inovações nas práticas pedagógicas de abordagem dos conceitos desta área da física, de forma dinâmica e contextualizada, em termos nacionais e locais. A fim de contribuir com o acervo de materiais voltados a abordagem de FMC é apresentada neste trabalho, a proposta de um roteiro de atividades com o tema, “Estudando as Estrelas”, para o estudo do conceito de radiação de corpo negro. Firmadas em elementos da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel as atividades propostas dão ênfase a motivação, experimentação, interação e discussão, buscando oferecer condições para que os alunos assumam um papel ativo no processo de ensino e assimilem o conceito estudado. O material está em fase de aplicado, está sendo desenvolvido em contra turno em uma escola estadual do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

Palavras-Chave: *Radiação de Corpo Negro, Experimentação e Assimilação.*

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas as pesquisas voltadas a temática de ensino de física moderna e contemporânea (FMC) têm se consolidado, em decorrência do crescimento de publicações de trabalho em revistas e eventos, que defendem a importância da abordagem de conceitos desta área da física no ensino médio (EM), como Ostermann e Moreira (2000), de Oliveira et. Al. (2007) e Junior e Menezes (2012), dentre diversos outros autores.

As pesquisas apontam uma preocupação em abordar os conceitos da FMC de forma motivadora, dinâmica e atraente, por meio de atividades que permitam a investigação, experimentação, abstração e interação, nessa perspectiva pode-se citar, Paiva et AL (2013), Júnior et AL (2013) Silva e Assis (2012) e Pereira e Ostermann (2009).

Como uma contribuição para inovações das práticas de abordagens didáticas de conceitos de FMC no EM, este trabalho apresenta uma sugestão de roteiro de atividades, a partir do tema “Estudando as Estrelas”, que pretende responder a seguinte questão: Como o roteiro de atividades temático “Estudando as Estrelas” pode contribuir, para que alunos do Ensino Médio tenham uma aprendizagem significativa do conceito radiação de corpo negro?

O roteiro é parte integrante do produto desenvolvido para o Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPEEC) da UFMS, é composto por atividades que contemplam a experimentação, rodas de discussões e observações do céu noturno, e visa estimular a participação dos alunos no processo ensino aprendizagem, segundo Pellizzari (2002), isso é fundamental para que o sujeito adquira os conhecimentos estudados.

> [...] o que é sugerido é a participação ativa do sujeito, sua atividade auto estruturante, o que supõe a participação pessoal do aluno na aquisição de conhecimentos, de maneira que eles não sejam uma repetição ou cópia dos formulários pelo professor ou pelo livro-texto, mas uma reelaboração pessoal. (PELIZZARI, et. AL. 2002).

Para que a aprendizagem significativa aconteça é essencial que o conceito e os procedimentos de estudo tenha sentido real para o sujeito, quando ele esta imerso na construção do conhecimento isso se torna muito mais tangível.

METODOLOGIA

A proposta é aplicar e testar o material com um grupo de alunos do 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio (EM) da rede publica do estado de Mato Grosso do Sul, ou seja, será feita uma intervenção por parte dos pesquisadores e o estudo de seus efeitos, assim sendo esta pesquisa pode ser classificada como empírica experimental qualitativa.

O roteiro foi elaborado, com base em elementos da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. De acordo com esta teoria um novo conceito só será assimilado se tiver significado real para o individuo, ou seja, se puder ser ancorado em outros conceitos existentes em sua estrutura cognitiva, os conceitos subsunçores, neste caso ocorre à aprendizagem significativa, mas no caso em que o novo conceito não tem ou têm pouquíssima relação como os conceitos subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aluno, o que ocorre é a chamada aprendizagem mecânica, e o novo conceito faz pouco ou nenhum sentido para o aluno.

Foi realizado um levantamento e estudo de materiais e documentos relacionados à temática em astronomia e ao conceito de FMC abordado, e uma busca nos sites oficiais especializados em ensino e divulgação da Ciência, que oferecem sugestões e mídias de apoio aos professores da rede pública e, em sites de universidades nacionais e internacionais.

A pesquisa esta sendo desenvolvida na forma de projeto contra turno, os participantes são alunos do ensino médio que após conhecerem a proposta aderiram voluntariamente, têm duração de cinco semanas, sendo realizados dois encontros semanais com duração de 1h: 15min cada, abaixo segue um relato sucinto da disposição das atividades.

1ª Semana

1º Encontro - Os participantes são convidados a responder um questionário de levantamento de informações prévias, sobre o tema estrelas, conceitos físicos já estudados e relação entre astronomia e física.

Analisando os dados dos questionários, é feito um levantamento para verificar se os sujeitos da pesquisa possuem os subçunsores necessários para ancorar o conceito de radiação de corpo negro, tais como, conceito de energia luminosa, frequência, comprimento de onda e espectro visível da luz. Caso seja necessário são desenvolvidas atividades que permitam preparar suas estruturas cognitivas, para que tenham condições de assimilar o conceito estudado, o 2º encontro desta semana é dedicado aos ajustes e atividades de organizadores prévios necessários.

2ª Semana

3º Encontro – Para iniciar as atividades do roteiro há uma observação do céu noturno a olho nu e também com suporte de um telescópio, o foco principal é analisar as estrelas, suas diferentes cores, seus brilhos e a forma com que se distribuem no céu.

4º Encontro – È feita uma roda de discussão com os alunos, usando como suporte um aparelho projetor, para mostrar imagens e vídeos de curta duração, sobre o nascimento e o desenvolvimento da vida de uma estrela, e o uso das técnicas de estudo da luz para se obter informações sobre elas, como temperatura, energia e tempo de vida.

3ª Semana

Os estudos sobre radiação de corpo negro dão-se através de um experimento de produção própria, que simula o comportamento de um corpo negro de emissão,

confeccionado a partir de materiais de baixo custo, tais como, caixa de papelão, lâmpada halogênea de 50 w, sensor de luz convencional, soquete, fios e plug de tomada.

5º e 6º Encontro – Aprofundando os estudos sobre as estrelas, os participantes exploram o comportamento das estrelas como um corpo negro de emissão, para tal, realizam um experimento sobre corpo negro de emissão, por meio do qual é possivel explorar algumas propriedades como as relações, intensidade luminosa e corrente, cor de luz e temperatura.

Para esta atividade os participantes formam um grupo único, eles recebem cópias de um roteiro contendo orientações, passo a passo, dos procedimentos a serem seguidos, contendo ao final, um conjunto de perguntas que devem ser respondidas com base nos dados obtidos.

4ª Semana

7º Encontro – Inicialmente há uma roda de discussão, na qual os alunos são estimulados a expor e discutir os resultados obtidos no experimento sobre corpo negro de emissão, e as respostas formuladas pelo grupo para as perguntas do final do roteiro.

Aos pouco são introduzidos nas discussões elementos da teoria de Planck, sobre corpo negro, e feito um paralelo com o comportamento das estrelas. Após a discussão os alunos recebem um texto, de produção própria, sobre o conceito estudado, com orientação para realisarem à leitura para próximo encontro.

8º Encontro – Com base no texto entregue no encontro anterior é desenvolvida uma roda de discussão, onde os participantes devem expor suas ideias, comentários e dúvidas, na sequencia são discutidos pontos relevantes do texto e com auxilio de um projetor de imagens analisados alguns gráficos que representam a emissão de algumas estrelas, e as informações contidas neles.

5º Semana

9º Encontro – Ao encerrar as atividades do roteiro, estudando as estrelas, os participantes deverão responder um questionário final, contendo questões abertas, para avaliar o nível de aprendizagem dos alunos e as atividades desenvolvidas no roteiro.

ANÁLISE DE DADOS

O primeiro questionário que os alunos são convidados a responder tem o foco de levantar suas informações prévias sobre o conceito e a temática do roteiro, e buscar indícios da existência de conceitos subsunçores aos conceitos de FMC estudados.

Através dos questionários respondidos pelos participantes ao término da aplicação do roteiro, pretende-se acompanhar o processo de mudança, nas concepções apresentadas inicialmente pelos alunos de forma individual e coletiva, e verificar as contribuições do roteiro de atividades para a assimilação dos conteúdos abordados.

Os dados coletados são analisados por meio da técnica de analise de conteúdo proposta por Bardin (2006), focando na lógica interna contida em cada discurso. Seguindo as etapas proposta pela autora, é possível gerar dois conjuntos de categorias, um referente às informações prévias dos alunos, no inicio do projeto, e outro referente informações assimiladas pelos alunos durante o projeto, confortando os dois conjuntos de categorias espera-se poder verificar se houve uma aprendizagem significativa por parte os alunos.

RESULTADOS

Por meio do roteiro temático de atividades, Estudando as Estrelas, é apresentada uma proposta de abordagem contextualizada do conceito de radiação de corpo negro, pertencente ao campo da Física Moderna e Contemporânea (FMC), ao passo que por meio da temática escolhida seja feita também uma inserção de aspectos da Astronomia, de forma que os alunos possam ver esses conceitos com um significado real e desta forma os assimilem.

Do ponto de vista da física espera-se discutir conceitos introdutórios da mecânica quântica, que por vezes acabam passando despercebidos no Ensino Médio (EM), por diversos fatores, mostrando a expansão e importância destes para o desenvolvimento da ciência e suas tecnologias.

O grupo de sujeitos da pesquisa será bem heterogêneo, uma vez que abrigará alunos do 1º, 2º e 3º ano do EM, espera-se que este fato favoreça a troca de conhecimentos entre os sujeitos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta da elaboração e aplicação do roteiro temático, “Estudando as Estrelas”, para abordagem do conceito de radiação de corpo negro, aqui apresentada, visa contribuir com as pesquisas voltadas a inserção e abordagem de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM), de forma motivadora e atraente por meio da experimentação e da discussão dos resultados e da teoria envolvida.

Espera-se que a temática astronômica escolhida e as estratégias adotadas capturem os participantes do projeto, que são alunos dos três anos do EM, e que estes assumam um papel ativo no processo de ensino e aprendizagem, e tenham condições de assimilar o conceito de radiação de corpo negro.

Está pesquisa, quando finalizada, irá compor o acervo de produtos desenvolvidos pelos acadêmicos e seus orientadores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPEEC).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edição 70, 2006. 223p.

de Oliveira, F.F. et al. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física,** v.29, n. 3, p 447-454 setembro. 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/061108.pdf>

JUNIOR, N. B., PAIVA, J. R., CARVALHO, A. M. P. Promovendo a argumentação no discurso de alunos do ensino médio com o uso do interferômetro de machzehnder em uma sequência de ensino investigativa. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013. **Atlas...** São Paulo: SBF, 2013.

JÚNIOR, O. C , MENEZES, L. C. A Física Quântica como Conhecimento em Rede No Ensino De Física. XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Maresias, 2012. **Atlas...** São Paulo: SBF, 2012.

MS, Secretária de Educação. Referencial **Curricular do Ensino**, 2012.

OSTERMANN, F. ; MOREIRA, M.A. Física Contemporânea en la escuela secundaria: uma experiência em el aula involucrando formación de profesores. **Ensenãanza de lãs Ciências**, v. 3, n. 18. p. 391-404. Barcelona, 2000. Disponível em: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v18n3p391.pdf>

PAIVA, J. R., JUNIOR, N. B., CARVALHO, A. M. P. Uma construção multimodal de alguns aspectos de enculturação científica em uma sequência de ensino Investigativa junto a alunos do ensino médio. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013. **Atlas...** São Paulo: SBF, 2013.

PELIZZARI, A; et. al.Teoria de aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista Psicologia Educação Cultura**, Curitiba, 2001- 2002.V 2, n.1, p. 37-42. Disponível em: < http://pt.scribd.com/doc/50115736/TEORIA-DA-APRENDIZAGEM-SIGNIFICATIVA-SEGUNDO-AUSUBEL-Psicologia-Escolar-PEPA >

PERREIRA, A. P., OSTERMANN, F. Introduzindo conceitos de física quântica no ensino médio a partir de um interferômetro virtual de mach-zehnder. Simpósio Nacional de Ensino de Física, Espírito Santo, 2009.

SILVA, L. F. da, ASSIS A. A motivação propiciada pela abordagem de um tema de física moderna com alunos do ensino médio. XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Maresias, 2012. **Atlas...** São Paulo: SBF, 2012.

APÊNDICE G - Resumo publicado no 18º Encontro Nacional de Astronomia - ENAST

NASCIMENTO, VIDA E MORTE DAS ESTRELAS: UMA TEMÁTICA DE ENSINO PARA CONEXÃO ENTRE ASTRONOMIA E FÍSICA

Tairine L. D. Machado[1] e Hamilton P. S. Corrêa[2]

[1] UFMS/ Instituto de Física/ mestranda do programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências/ tairinemachado@gmail.com

[2] UFMS/ Instituto de Física/ docente do programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências/ hpsoares@gmail.com

Resumo

A Astronomia desperta interesse em pessoas de diferentes idades, principalmente entre crianças e jovens, e não seria diferentes em alunos do Ensino Médio (EM), no qual gera questionamentos e curiosidades, além de exercer excitante papel motivador. A sua utilização no EM, apresenta-se como excelente porta de entrada para os mais variados conceitos tratados no ensino formal, especialmente conceitos da Física, tendo em vista suas fortes afinidades. Assim, neste trabalho será apresentado resultados parciais obtidos durante o 1º Módulo, "Nascimento, Vida e Morte das Estrelas", realizado durante o projeto de extensão “Escola de Formação de Jovens Astrônomos” (EFJA) voltado aos alunos do Ensino Médio de Escolas da Rede Pública Estadual, por docentes e acadêmicos da Universidade Federal de Matogrosso do Sul (UFMS). Este projeto de Extensão visa contribuir para um ensino de física inovador, tendo a Astronomia como eixo temático, ou seja, utilizando-se de estratégias pedagógicas e constituindo um ambiente favorável para o aprendizado, tais como: oficinas, experimentações, construção de maquetes, simuladores, desenhos e textos, além de observações do céu noturno. Para tanto, os tópicos Astronômicos e os conceitos Físicos são trabalhados de forma a desenvolver habilidades e competências diversas, para construir uma aprendizagem significativa.

A temática “Nascimento, Vida e Morte das Estrelas” apresenta-se com o intuito de levar o aluno a investigar sua própria realidade, uma vez que as estrelas fazem parte do cotidiano de todos, a própria vida terrestre está diretamente ligada à existência de uma estrela, o Sol. Para aprofundar os estudos e compreender a temática, faz-se necessário discutir alguns conceitos Físicos, tais como: Gravitação, Luz, Espectroscopia e Radiação de Corpo Negro. Por esta razão, o módulo

contempla atividades que relacionam a temática com os respectivos conceitos Físicos. O módulo foi estruturado em 25 encontros, realizados na modalidade contra turno, com alunos do 1º, 2º e 3º ano do EM, que aderiram voluntariamente o projeto. Inicialmente foi desenvolvido na escola *E. E. Clarinda Mendes de Aquino*, no primeiro semestre de 2014, e posteriormente estendeu-se para as escolas *E. E. Padre Mario Blandino*, no segundo semestre de 2014, e *E. E. Maria Constança Barros Machado*, no primeiro semestre de 2015.

Buscou-se sondar a potencialidade significativa perante os alunos dos recursos pedagógicos utilizados, assim como, a evolução de suas concepções durante todo o processo de aplicação do módulo, por meio de questionários, redações, desenhos e rodas de discussões, registradas em diário de bordo. Os resultados mostram que os materiais utilizados no módulo foram significativas para os alunos, que interagiram com os mesmos e desenvolveram todas as atividades propostas com êxito, compartilhando significados, discutindo ideias e informações. Em seus discursos verbais, escritos, em representações e desenhos produzidos, pode-se verificar a presença de indícios da construção de uma Aprendizagem Significativa com relação a temática Astronômica e os conceitos Físico estudados.