





UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

ROBSON LEONE EVANGELISTA

FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO:
UMA PROPOSTA DIDÁTICA BASEADA NOS TRÊS MOMENTOS
PEDAGÓGICOS UTILIZANDO A ASTRONOMIA COMO
TEMÁTICA CENTRAL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Vitória Maio de 2016







FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DIDÁTICA BASEADA NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS UTILIZANDO A ASTRONOMIA COMO TEMÁTICA CENTRAL

Robson Leone Evangelista

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGEnFIS) no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Sérgio Mascarello Bisch

Vitória Maio de 2016







UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

"Problematizando o Ensino de Fisíca Moderna e Contemporânea: Uma Proposta Didática Baseada nos Três Momentos Pedagógicos Utilizando a Astronomia como Temática Central"

Robson Leone Evangelista

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 24 de Maio de 2016..

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Sergio Mascarello Bisch

(Orientador) PPGEnFis/UFES

Profa. Dra. Marcia Regina Santana Pereira

(Membro Interno)
PPGEnFis/UFES

Profa. Dra. Cristina Leite (Membro Externo)

IFUSP

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP) (Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Evangelista, Robson Leone, 1972-

E92f

Física moderna e contemporânea no ensino médio : uma proposta didática baseada nos três momentos pedagógicos utilizando a astronomia como temática central / Robson Leone Evangelista. – 2016.

209 f.: il.

Orientador: Sérgio Mascarello Bisch.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

Física - Estudo e ensino.
 Astronomia - Estudo e ensino.
 Física moderna.
 Bisch, Sérgio Mascarello.
 Universidade Federal do Espírito Santo.
 Centro de Ciências Exatas.
 Título.

CDU: 53

Elaborado por Perla Rodrigues Lôbo - CRB-6 ES-527/O

"Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo."

Paulo Freire

Aos meus Pais, o big-bang do meu cosmos.

A minha Esposa, Sol na minha vida.

Aos meus Filhos, errantes mensageiros da felicidade.

Agradecimentos

Este trabalho não seria possível sem a compreensão e paciência de minha esposa, Simone Torres Lourenço, à qual agradeço profundamente, pela sua tranquilidade e ao mesmo tempo ousadia em enfrentar os grandes obstáculos que se apresentam no cotidiano de nossas vidas, me incentivar e aguentar minhas preocupações, além de abdicar de alguns momentos de lazer para me apoiar.

Aos meus filhos Gabriel e Davi, por às vezes nem escutá-los enquanto faziam algumas perguntas durante os meus momentos de concentração, espero me dedicar mais a vocês agora.

Agradeço ainda aos meus colegas de curso, em particular ao meu amigo Francisco Paiva da Silva, pelo incentivo nos momentos mais difíceis e pelas discussões e sugestões ao longo desse trabalho.

Gostaria ainda de agradecer a todos os Professores do PPGEnFIS pelas contribuições que nos ofereceram, em especial o Professor Laércio Ferraciolli que nos proporcionou essa oportunidade, a todos o meu muito obrigado.

Agradeço também a minha escola de origem, o lfes – Campus Cariacica, aos meus alunos e a todos os colegas que direta ou indiretamente me ajudaram de alguma forma.

A Coordenação de Física – Ifes - Cariacica, em especial aos professores Luiz Otávio Buffon e Marcelo Esteves pelo apoio nos momentos difíceis, e a meu amigo Pedro Leite, que me incentivou desde o início a fazer o mestrado.

Gostaria de agradecer imensamente ao meu orientador Professor Dr. Sérgio Mascarello Bisch pelo papel relevante e fundamental para que este trabalho se realizasse, os meus mais profundos agradecimentos.

Por último, agradeço à CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

RESUMO

FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DIDÁTICA BASEADA NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS UTILIZANDO A ASTRONOMIA COMO TEMÁTICA CENTRAL

Robson Leone Evangelista

Orientador: Sérgio Mascarello Bisch

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGEnFIS) no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

O trabalho apresenta uma proposta didática de abordagem de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM), baseada na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), desenvolvida a partir das ideias de um ensino dialógico na linha freireana, usando como temática central a Astronomia. O objetivo foi utilizar assuntos associados a exoplanetas e a constituição de estrelas, como temática central motivadora para abordarmos e discutirmos conteúdos relacionados a fotometria, espectroscopia e estrutura da matéria de forma a evitar a educação que Paulo Freire denomina "bancária". Numa primeira etapa, foi efetuada uma pesquisa a respeito dos conhecimentos prévios dos educandos de uma turma de EM sobre os assuntos de Astronomia, associados a exoplanetas e a constituição das estrelas, e de Física, associados à luz e estrutura da matéria. Numa segunda etapa, aplicamos diversas atividades elaboradas com base na dinâmica dos 3MP, envolvendo uma problematização inicial, seguida de uma organização e aplicação do conhecimento abordado. Na terceira etapa, aplicamos pós-testes, questionários e entrevistas, com o intuito de avaliarmos o quão significativa foi a aprendizagem dos educandos e sua participação de uma forma mais ativa, dialógica e crítica durante o desenvolvimento das atividades. A partir dos dados coletados foi possível concluir que houve uma boa recepção e participação dos estudantes na proposta didática implementada e evidências de aprendizagem significativa de conceitos básicos de FMC e Astronomia. Como produto associado à dissertação, no Apêndice G é apresentada a proposta didática que foi implementada, com todo o material utilizado, a qual poderá servir de referência para outros docentes que desejarem desenvolver projetos de ensino de FMC na Educação Básica, que busquem promover um diálogo entre a realidade do aluno e o conhecimento científico necessário para que ele seja capaz de compreender o mundo.

Palavras-chave: Ensino de Física, Educação em Astronomia, Física Moderna.

Vitória Maio de 2016

ABSTRACT

MODERN AND CONTEMPORARY PHYSICS IN MIDDLE SCHOOL: A PROPOSAL BASED ON THREE PEDAGOGICAL MOMENTS USING ASTRONOMY AS CENTRAL THEME

Robson Leone Evangelista

Supervisor: Sérgio Mascarello Bisch

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGEnFIS) no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The dissertation presents a didactic proposal of Modern and Contemporary Physics (MCP) teaching for High School (HS) based on the dynamics of Three Pedagogical Moments (3PM), developed from Freire's ideas of a dialogical teaching, using Astronomy as central theme. The goal was to use issues associated with planets and star formation, as a motivating central theme to tackle and discuss contents related to photometry, spectroscopy and tha structure of matter in order to avoid the education that Paulo Freire calls "banking". As a first step, a survey was made about the prior knowledge of students in a class of HS on the subjects of astronomy, associated with planets and the formation of stars, and physics, associated with light and structure of matter. In a second step, we apply various activities prepared based on the dynamics of 3PM, involving an initial questioning, followed by organization and application of the addressed knowledge. In the third step, post-tests, questionnaires and interviews were applied, in order to evaluate how significant was the learning of the students and their participation in a more active, dialogical and critical way during the development of the activities. From the collected data it was concluded that there was a good reception and participation of students in the instructional sequence implemented and evidence of significant learning of concepts in FMC and Astronomy. As a product associated with the dissertation, in the Appendix G is presented the teaching sequence that has been implemented, with all the material used, which can serve as a reference for other teachers who wish to develop MCP educational projects in basic education, which seek to promote dialogue between the students reality and scientific knowledge necessary for them to be able to understand the world.

Keywords: Physics education, Astronomy education, Modern physics.

Vitória May 2016

Sumário

Apresentação	1
1 Introdução	3
2 Referencial Teórico	
2.1 A Pedagogia de Paulo Freire	7
2.2 Os Três Momentos Pedagógicos (3MP)	13
2.3 O Ensino de Física Moderna e Contemporânea	
2.4 O Ensino de Astronomia na Educação Básica	19
3 Metodologia	
3.1 Pesquisa Qualitativa	27
3.2 Caracterização da Instituição	
3.3 Os Sujeitos Participantes da Pesquisa	29
3.4 Os Instrumentos de Coleta de Dados Utilizados	
3.5 Metodologia Usada para a Análise dos Dados Coletados	32
3.6 Construção da Proposta Didática	35
3.7 Aplicação da Proposta Didática	42
4 Resultados e Análises	61
4.1 Análise das respostas a cada questão do Questionário Inicial e Fina	al:
	61
4.2 Análise das respostas a cada questão do Questionário Final de	
Avaliação da Proposta Didática:	73
Considerações Finais	
Referências	
spêndice - A Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	
pêndice - B Júri Simulado	
pêndice - C Avaliação Formal	
pêndice - D Questionário Inicial e Final	
pêndice - E Questionário Final de Avaliação	116
pêndice - F Transcrição das Respostas dos Alunos	
spêndice - G O Produto: Proposta Didática de Introdução à FMC a partir	
Astronomia	168

Apresentação

Ao iniciar a minha graduação em Física, no ano de 1992 tive contato pela primeira vez com o Observatório Astronômico da UFES, então comecei a me interessar pelo estudo da Astronomia. No ano de 1993 tive a oportunidade de ingressar no meu primeiro projeto de pesquisa como bolsista de iniciação científica na área de Mecânica Celeste, o que me proporcionou e me motivou ainda mais a buscar entender o que acontecia no universo ao nosso redor. Durante a minha formação em Física procurei estar envolvido em trabalhos e cursos associados a área de Astronomia. Posso afirmar, que o marco fundamental que selou a minha atração pela área, foi o meu ingresso, em 1994, no curso de formação de monitores do Observatório Astronômico da UFES, onde conheci o meu orientador nesse trabalho, o Professor Sérgio Mascarello Bisch, que desempenhou um papel fundamental na minha inclusão na área de Educação em Astronomia. Nesse período iniciei a minha participação em dois projetos coordenados pelo Professor Sérgio, importantes e marcantes para a minha formação como professor: o atendimento ao público nas sextas de observação do céu e o atendimento orientado a escolas e grupos fechados no Observatório Astronômico. Nos dois projetos, era evidente a dialogicidade entre o monitor e o público, eram momentos de ensinar e aprender riquíssimos para a minha formação como cidadão e principalmente como professor. Durante esse período, pude perceber o grande interesse que a Astronomia despertava nas pessoas, principalmente nos estudantes dos Ensinos Fundamental e Médio, que nos momentos de interação, muitas vezes questionavam a respeito de assuntos associados à Física Contemporânea. Minha experiência na área de Astronomia ainda foi complementada com o curso de formação de planetarista em 1995, que me capacitou para o atendimento ao público e a produção de sessões para o planetário de Vitória, onde atuei por vários anos.

No ano de 1999 comecei a lecionar Física para alunos dos Ensinos Fundamental e Médio na rede particular de ensino, desde essa época procurei complementar as minhas aulas com temas associados à Astronomia e a Física Moderna e Contemporânea. Buscando motivar os alunos no estudo das

Ciências, incentivava a participação deles nas olimpíadas científicas, principalmente na Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA). A preparação dos alunos para a OBA me proporcionou usar a Astronomia e o seu caráter multidisciplinar para tratar de assuntos ligados a Física e a outras áreas do conhecimento, tais como: Química, História, Geografia e Matemática.

Em fevereiro de 2012 ingressei como professor efetivo no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). Esse foi o ponto de partida para a busca de novos conhecimentos. Motivado pelo clima da instituição, em que a grande maioria dos professores está sempre buscando se capacitar e desenvolver projetos de pesquisas com alunos e outras instituições, senti a necessidade de também me capacitar. No ano de 2013 tive a oportunidade de ingressar no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGEnFIS) no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), onde reencontrei o meu orientador. Como já tinha pretensões de desenvolver algum trabalho para contribuir com uma melhor formação dos educandos do Ensino Médio na área de Educação em Astronomia, o Professor Sérgio me apresentou o desafio de trabalharmos com os Três Momentos Pedagógicos, uma proposta de ensino inspirada nas obras do grande humanista Paulo Freire. Aceitei o desafio por acreditar que uma aula mais dialogada e problematizada pode contribuir para a formação de um cidadão bem mais crítico e participativo na sociedade.

Nesses anos de profissão, que não são poucos, tenho notado que os alunos ao findarem o Ensino Médio praticamente não possuem conhecimentos de Física Moderna e Contemporânea e pouco estudam sobre Astronomia, apesar de muitos apresentarem curiosidades na área. Apoiado nesse fato, e na possibilidade de associar a maioria dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea com a Astronomia, desenvolvemos neste trabalho uma proposta didática baseada na metodologia dialógica e problematizadora dos Três Momentos Pedagógicos, inspirada nas ideias de Freire, e aplicamos para educandos da 3º série do Ensino Médio, a fim de desenvolver os principais conceitos dessas áreas e avaliar suas contribuições no conhecimento desses alunos, objetivando formar cidadãos capazes de melhor compreender o mundo que os cerca.

1 Introdução

As novas tecnologias presentes em aparelhos utilizados no cotidiano, as notícias veiculadas constantemente na mídia a respeito do universo, o desenvolvimento de novos aparelhos para diagnósticos e tratamentos de doenças, corroboram com a necessidade de abordarmos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM) para que possamos promover a educação de cidadãos conscientes e participativos capazes de entender e atuar de maneira crítica na construção do mundo ao seu redor.

O ensino de Física nas escolas de Ensino Médio é um dos grandes responsáveis pela divulgação dos conhecimentos científicos na sociedade e contribui de forma significativa na formação e motivação de futuros pesquisadores. A beleza dos conteúdos abordados permite instigar nos educandos um espírito questionador, proporcionando uma nova visão do mundo, tornando-os capazes de buscar respostas às mais diversas questões em diferentes áreas do conhecimento. No entanto, a realidade brasileira é outra, temos observado nos últimos anos que os educandos terminam o Ensino Médio ligeiramente desmotivados para as áreas científicas e tecnológicas ou com grandes deficiências de conteúdos básicos nessas áreas. Podemos destacar dois grandes motivos para esse cenário no ensino de Física: o primeiro deve-se à abordagem limitada à Física Clássica, e, em parte, à falta de formação adequada do professor de Física, que acaba não discutindo temas de Física Moderna e Contemporânea (FMC) por não ter conhecimento suficiente sobre o assunto; o segundo, está associado a forma como acontecem as aulas, muitas vezes nos deparamos com aquele estilo tradicional em que o foco das aulas está na figura do professor detentor do conhecimento, como diria Paulo Freire, apenas depositando conteúdos nos educandos. Na tentativa de contribuir para a mudança desse cenário e proporcionar ao educando uma melhor formação, propomos a utilização da Astronomia como tema motivador para o ensino de Física Moderna e Contemporânea.

A Astronomia é uma ciência que desperta muito interesse na grande maioria dos educandos, nas diversas faixas etárias. Através da Astronomia é possível fazer uma abordagem dos conteúdos de maneira multidisciplinar

envolvendo diversas áreas do conhecimento. A Astronomia está cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, seja pelas notícias midiáticas que despertam interesses pelo desconhecido, ou pelas novas descobertas que, de certa maneira, trazem contribuições para o desenvolvimento da Ciência e aguçam a curiosidade. Devido ao acesso fácil à informação presente na internet muitas pessoas também tem buscado explicações para fenômenos astronômicos que há muito tempo são observados ou previstos e que antes eram explicados apenas pelo conhecimento do senso comum, mas que agora são substituídos por um conhecimento científico um pouco mais apurado. Mesmo assim, apesar de todas as suas características instigantes, e sua importância no estudo de alguns fenômenos associados ao nosso planeta, o ensino de Astronomia também vem sendo negligenciado no Ensino Médio (EM). Muitos fatores acabam levando a essa situação, mas assim como acontece com o ensino de FMC, podemos destacar o pouco conhecimento dos professores sobre os assuntos abordado por essa ciência. Acabamos por perceber que uma grande parcela dos nossos educandos acabam não tendo contato com os assuntos relacionados a Astronomia ao longo de sua vida escolar, ou quando estudam algum assunto acabam se restringindo a temas como planetas do sistema solar, estações do ano, fases da lua e eclipses.

Tendo em vista o potencial motivador da Astronomia, o seu caráter multidisciplinar e a deficiência dos educandos nos assuntos associados a ela e a Física Moderna e Contemporânea, e a nossa inquietação no sentido de buscar abordagens que contribuam para um melhor aprendizado dos nossos educandos, elaboramos uma proposta didática que aborda a FMC a partir de temas da Astronomia, na tentativa de contribuir para reverter o atual quadro da educação.

A proposta didática apresentada nesse trabalho procura abordar tópicos de FMC no EM baseada na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), desenvolvida a partir das ideias de um ensino dialógico e problematizador na linha freireana, usando como temática central a Astronomia.

Espera-se, com esse material contribuir para a formação dos educandos de uma maneira diferenciada, inserindo-os no mundo da Astronomia, e utilizando as suas curiosidades sobre os temas do universo como motivação para guiá-los

ao conhecimento da FMC, de forma a proporcionar-lhes uma nova interpretação dos seus cotidianos, trazendo-lhes uma visão mais crítica do papel da Ciência e proporcionando uma maior autonomia na busca pelo conhecimento.

A pesquisa realizada durante o projeto que resultou na presente dissertação teve como objetivo geral:

 Investigar os resultados pedagógicos da aplicação de uma proposta para ensino de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) baseada na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) tendo a Astronomia como tema gerador.

Para desenvolvermos essa pesquisa fomos norteados pela seguinte pergunta:

Uma proposta de ensino de Física Moderna e Contemporânea, associada a temas de Astronomia, embasada nos pressupostos do educador Paulo Freire e desenvolvida de acordo com a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos, envolvendo a participação dos estudantes através de atividades dialógicas estruturadas, facilita a promoção da aprendizagem e o desenvolvimento de uma atitude mais participativa, crítica e de maior autonomia nos alunos?

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos. Na introdução, apresentamos a inspiração que nos levou a delinear o problema que nos motivou a desenvolver esse trabalho de elaboração e aplicação da proposta didática utilizando a Astronomia para abordar conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, a avaliação da mesma e a verificação da construção de significados nos estudantes.

O capítulo 2 trata do referencial teórico que nos norteou nessa proposta didática, baseada na visão humanista do grande educador Paulo Freire e na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). Também abordamos nesse capítulo, uma revisão de literatura para traçarmos um panorama a respeito do Ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio e sobre a área de Educação em Astronomia, também voltada para o Ensino médio, para reforçar a necessidade do desenvolvimento deste trabalho.

No capítulo 3 apresentamos a metodologia utilizada na pesquisa, a caracterização da instituição onde foi desenvolvida, um campus de uma

instituição pública federal de ensino, o Ifes – Campus Cariacica, e os sujeitos participantes da mesma, uma turma da 3ª série do curso Técnico de Portos Integrado ao Ensino Médio. Ainda nesse capítulo, descrevemos os instrumentos utilizados na coleta de dados e a técnica usada para a análise dos mesmos, a análise de conteúdo. Também descrevemos nessa parte da dissertação, a metodologia usada na construção da proposta didática e todo o desenvolvimento de aplicação na sala de aula.

Apresentamos, no capítulo 4, os dados obtidos a partir da aplicação dos instrumentos de coleta e os resultados inferidos, após a utilização da técnica de análise de conteúdo, a respeito da construção do conhecimento sobre alguns assuntos abordados.

Nas considerações finais dissertamos sobre a aplicação da proposta didática, as possibilidades de novas intervenções abordando outros conteúdos, aprofundamento do tema abordado, nossa opinião a respeito do trabalho desenvolvido e possibilidades de trabalhos futuros a partir dessa contribuição na área de Educação em Astronomia.

Os instrumentos de coletas de dados e a transcrição das respostas dos alunos as questões propostas encontram-se nos apêndices. Nessa parte, ainda se encontra um roteiro proposto para o desenvolvimento de uma atividade contida na proposta didática denominada "júri simulado".

A proposta didática, o seu detalhamento, sua metodologia e materiais utilizados, são apresentados no Apêndice G, como o produto final da presente dissertação de mestrado profissional, podendo servir como referência para outros docentes que pretendam desenvolver projetos semelhantes. Essa proposta foi aplicada para uma turma de 3º série do EM, do curso Integrado de Portos, do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Cariacica.

2 Referencial Teórico

Nesse capítulo vamos apresentar uma breve descrição das concepções de Paulo Freire (1921-1997) sobre a educação e a prática pedagógica que nos nortearam no desenvolvimento dessa pesquisa a fim de nos libertarmos de uma postura autoritária e opressora na sala de aula, para assumirmos um papel de mediador, buscando uma ação educativa dialógica e libertadora. Devido à amplitude das obras de Freire, vamos nos basear principalmente na "Pedagogia do Oprimido" (FREIRE, 2015b) e "Pedagogia da Autonomia" (FREIRE, 2015a), além de outros autores que compartilham das ideias de Paulo Freire e apresentam suas releituras.

Procuramos explorar ao longo desse capítulo, de maneira mais particular, as concepções de Freire sobre a educação bancária, a dialogicidade e a problematização no processo educativo. Foi, também, incluída uma discussão sobre a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), como uma alternativa para produzir uma ação educativa dialógica segundo esse referencial.

2.1 A Pedagogia de Paulo Freire

Frequentemente nos deparamos com críticas aos professores do Ensino Médio por assumirem uma postura autoritária nas salas de aula, muitas vezes de maneira inocente, sem perceber tal postura, e acreditarem que naquele momento de intervenção são os detentores do conhecimento e seus alunos estão ali apenas para ouvi-los e receber todo o saber que possa ser transferido durante aquele encontro, sem levar em conta o contexto histórico, social e político vivido pelos seus alunos e os conhecimentos prévios por eles adquiridos.

Nesse tipo de educação, o aluno é visto pelo professor como sendo um ser vazio, que deve estar sempre pronto a receber as informações por ele transmitidas. Todos são tratados de forma genérica sem levar em conta as suas vivências.

Essa forma tradicional de educar é definida por Paulo Freire (1921-1997) em sua Pedagogia do Oprimido (FREIRE, 2015b) como sendo a educação

"bancária". Segundo Freire: na concepção bancária, a educação é o ato de depositar, de transferir, transmitir valores e conhecimentos. Nessa concepção, o saber é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber (2015b, p. 81 e 82).

Na perspectiva de alterar esse cenário em que podemos perceber que o aluno parece aprender de forma mecânica, memorizando conteúdos sem atribuir significados, sem contribuir para o desenvolvimento de uma postura crítica perante o mundo que o cerca, as ideias de educação de Paulo de Freire parecem ser uma alternativa viável e atual. Como diria Moreira:

Nos dias de hoje em que o discurso pedagógico e político é *aprender* a *aprender* e o *ensino centrado no aluno*, a concepção de educação bancária de Freire, no mínimo, leva a uma reflexão sobre o que é a escola e sobre o que deveria ser para ser coerente com esse discurso (MOREIRA, 2011, p 151).

Nessa perspectiva, temos que levar em conta que o educando traz todo um conhecimento prévio construído dentro um contexto sócio-histórico-cultural e o professor deve alterar a sua posição centralizadora no processo de construção do conhecimento, orientando o educando a assumir o papel principal na busca do seu saber.

2.1.1 A Educação bancária

Muitas críticas ainda são comuns ao ensino de física nas escolas brasileiras. Dentre elas podemos destacar as relativas ao foco tradicionalista dado por professores que priorizam o ensino baseado em equações e resoluções de exercícios. Esse tipo de abordagem, normalmente chamado de "ensino tradicional", na maioria das vezes se enquadra no que Paulo Freire, em sua Pedagogia do Oprimido (FREIRE, 2015b), definiria como a educação bancária, ou seja, trata-se de um processo em que o professor se coloca no papel de transmitir o conhecimento para seu aluno que tem a função apenas de recebêlo e armazená-lo de forma totalmente passiva.

Paulo Freire, um dos principais pensadores da educação brasileira, na extensão de seus trabalhos criticou essa forma narrativa, dissertativa de se educar. Narração ou dissertação que implica um sujeito – o narrador – e objetos pacientes, ouvintes – os educandos (FREIRE, 2015b, p 79). Nesse modelo de educação fala-se da realidade como algo estático, parado, fragmentado, na maioria das vezes fora do contexto do educando. Os conteúdos são apresentados de maneira compartimentada, desconectados de um contexto mais amplo que os tornariam significativos. E a palavra na narrativa do educador vem vazia, desconexa do significado, perdendo a sua força transformadora. Para Freire:

A narração, de que o educador é o sujeito, conduz os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado. Mais ainda, a narração os transforma em "vasilhas", em recipientes a serem "enchidos" pelo educador. Quanto mais vá "enchendo" os recipientes com seus depósitos, tanto melhor educador será. Quanto mais se deixem docilmente "encher", tanto melhores educandos serão.

Desta maneira, a educação se torna um ato de depositar, em que os educados são os depositários e o educador, o depositante. (FREIRE, 2015b, p 80).

Na concepção bancária de educação, o educando tem o seu poder criativo anulado ou minimizado, pois nesse processo educativo o único papel destinado ao educando é o de armazenar informações, mesmo que de maneira mecânica, sem contestar e sem estimular a sua criticidade. Esse tipo de educação favorece os interesses dos opressores, uma vez que sem consciência crítica da realidade que os cercam, os oprimidos tendem a aceitar mais pacificamente a situação que lhes é imposta. A educação bancária estimula a contradição, daí então que nela:

- a) o educador é o que educa; os educandos, os que são educados;
- b) o educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem;
- c) o educador é o que pensa; os educandos, os pensados;
- d) o educador é o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente;
- e) o educador o que disciplina; os educandos, os disciplinados;

- f) o educador o que opta e prescreve sua opção; os educandos os que seguem a prescrição;
- g) o educador é o que atua; os educandos, os que têm a ilusão de que atuam, na atuação do educador;
- h) o educador escolhe o conteúdo programático; os educandos, jamais ouvidos nesta escolha, se acomodam a ele;
- i) o educador identifica a autoridade do saber com sua autoridade funcional, que opõe antagonicamente à liberdade dos educandos; estes devem adaptar-se às determinações daquele;
- j) o educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos. (FREIRE 2015b, pp. 82 e 83)

Nas aulas de Física nas instituições de ensino, o educador necessita romper com essa cultura bancária de educação, para isso ele precisa se despir do autoritarismo de quem possui o poder por estar numa posição de detentor do conhecimento e se vestir da humildade de quem tem muito a aprender com o seu educando, adotando uma postura dialógica libertadora, contribuindo para formação de um educando crítico e humanista. O educador deve estar consciente e "saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção" (FREIRE, 2015a, p. 47).

2.1.2 A Educação dialógica, problematizadora

Em contrapartida à educação bancária, Paulo Freire defende a educação dialógica, problematizadora. Para Freire a dialogicidade é imprescindível, é essência da educação como prática da liberdade. A educação dialógica, problematizadora baseia-se na relação dialógico-dialética entre educador e educando, em que ambos aprendem juntos. Nas palavras de Freire: "a educação autêntica não se faz de 'A' para 'B' ou de 'A' sobre 'B', mas de 'A' com 'B', mediatizados pelo mundo" (FREIRE, 2015b p. 116). Percebemos nessa fala de Freire que a educação problematizadora exige a superação da contradição educador-educandos que existe na concepção bancária, além da necessidade do diálogo. "Desta maneira, o educador já não é o que apenas educa, mas o

que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando que, ao ser educado, também educa" (FREIRE, 2015b pp. 95 e 96).

Segundo Freire, o educador progressista que visa a autonomia do ser dos educandos necessita incorporar alguns saberes fundamentais na sua prática docente. Podemos destacar alguns dos que julgamos prioritários e que são melhor discutidos por ele em sua obra "Pedagogia da Autonomia" (FREIRE, 2015b):

- *i* Ensinar exige pesquisa;
- ii Ensinar exige respeito aos saberes dos educandos;
- iii Ensinar exige reflexão crítica sobre a prática;
- iv Ensinar exige respeito à autonomia do ser do educando;
- v Ensinar exige curiosidade;
- vi Ensinar exige comprometimento;
- vii Ensinar exige compreender que a educação é uma forma de intervenção do mundo
- viii Ensinar exige saber escutar;
- ix Ensinar exige reconhecer que a educação é ideológica;
- x Ensinar exige disponibilidade para o diálogo (FREIRE, 2015a).

Em especial poderíamos destacar o saber ii aqui listado: "ensinar exige respeito aos saberes dos educandos". O educando não pode ser considerado um sujeito passivo no processo educativo dialógico-problematizador, os conteúdos abordados nas aulas podem e devem ser contextualizados, respeitando esses saberes construídos socialmente. A problematização desses conteúdos, visando a realidade concreta do aluno, contribui para uma apropriação significativa dos conteúdos, contrapondo-se à aprendizagem mecânica que na maioria das vezes presenciamos na educação bancária.

Muitas vezes, somos levados a pensar em qual o papel do professor no processo educativo dialógico-problematizador. Nesse processo, ele deixará a posição de detentor de todo o saber e considerará os educandos também como portadores de saberes. Diferentemente do professor da educação bancária, o educador dialógico selecionará o conteúdo a partir da vivência dos seus alunos - poderíamos dizer que a dialogicidade se inicia nesse momento, quando o

educador se questiona sobre o que vai dialogar com os seus educandos. Segundo Freire:

para o educador-educando, dialógico, problematizador, o conteúdo programático da educação não é uma doação ou uma imposição – um conjunto de informes a ser depositado nos educandos -, mas a devolução organizada, sistematizada e acrescentada ao povo daqueles elementos que este lhe entregou de forma desestruturada (FREIRE, 2015b, p.116).

O educador precisa ser capaz de identificar e definir os conteúdos que devem ser incorporados ao processo educativo para fornecer subsídios para que o educando possa continuar a sua busca pelo conhecimento, mesmo quando for necessário ele assumir um papel de expositor em que leve a momentos explicativos, narrativos. Isso não contradiz a postura dialógica do educador.

A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos, em que o professor expõe ou fala do objeto. O fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. O importante é que professor e alunos se assumam epistemologicamente curiosos (FFREIRE, 2015a p.83).

Na concepção dialógica de educação, o professor deve estar disposto ao diálogo, deve reconhecer que, assim como os educandos, é um ser inacabado, que está aberto ao mundo.

O sujeito que se abre ao mundo e aos outros inaugura com seu gesto a relação dialógica em que se confirma como inquietação e curiosidade, como inconclusão em permanente movimento na história (FFREIRE, 2015a p.133).

Sabemos que essa prática é difícil de ser vivenciada, por isso mesmo nos deparamos tanto com o modelo bancário de educar. Isso pode ser um reflexo da falta de vivência de novas práticas na formação inicial dos professores, o que os

leva a reproduzir as velhas práticas de tornar os educandos depósitos de conteúdo. Para vivenciar as ideias de Freire, tornando as aulas dialógicas, problematizadoras, pensamos em uma proposta didática envolvendo conteúdos de Astronomia e Física Moderna e Contemporânea baseada nos Três Momentos Pedagógicos (3MP), propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), que apresentaremos no próximo tópico.

2.2 Os Três Momentos Pedagógicos (3MP)

Os Três Momentos Pedagógicos (3MP) surgiram ao final da década de 70 no contexto da apropriação das ideias de Freire aos projetos de ensino de Ciências, desenvolvidos em Guiné Bissau, no Rio Grande do Norte e no município de São Paulo (MUNCHEN, 2010). Os 3MP são denominados: *Problematização inicial* (PI), *Organização do conhecimento* (OC) e *Aplicação do conhecimento* (AC) (DELIZOICOV, 2011).

A PI propõe que se parta do conhecimento associado a experiência vivencial dos alunos, iniciando-se em discussões em pequenos grupos, para que posteriormente sejam compartilhados com a sala toda. O papel do professor é questionar, provocar a dúvida e gerar interesse pela discussão. Neste momento, o educador deve evidenciar as dúvidas, mais do que responder e fornecer explicações completas. A problematização pode ocorrer tanto a partir do tema gerador, obtidos pela investigação temática com os alunos e a comunidade, ou a partir de um problema a ser resolvido, em que surge a necessidade de adquirir novos conhecimentos. A proposta inicial para o primeiro momento consistia em partir de um "tema gerador" que guiaria a problematização e faria a relação com o conhecimento associado ao cotidiano dos alunos. Posteriormente essa proposta foi mudada pelos autores iniciais sugerindo que a problematização fosse norteada principalmente pelo critério das questões estarem relacionadas com o conteúdo a ser desenvolvido, estando sempre que possível relacionada a situações reais que os alunos conhecem e presenciam.

No segundo momento, OC, os temas selecionados são aprofundados. Neste momento, diversas estratégias podem ser adotadas para realizar o estudo dos conteúdos questionado no momento anterior: discussões, leituras de textos, resoluções de problemas, etc. Nesta etapa o conhecimento científico é aprofundado a partir dos questionamentos iniciais que poderiam ser desestruturados, para posteriormente construir o conhecimento científico. Nesse segundo momento, o conhecimento científico não é exposto de maneira estancada, com fim em si mesmo, mas correlacionado com o problema inicial, que pode ser relacionado com a vida dos alunos, mantendo-os envolvidos no trabalho de aquisição do conhecimento.

Na AC, os conceitos questionados inicialmente e trabalhados na etapa anterior são retomados através de novas situações propostas ou sintetizados a partir da retomada da questão inicial.

Os Três Momentos Pedagógicos tentam garantir o constante diálogo entre questões que se relacionam com perspectivas vivenciáveis e o conhecimento científico.

2.3 O Ensino de Física Moderna e Contemporânea

Baseados nos avanços científicos e tecnológicos das últimas décadas, percebemos que o currículo da disciplina de Física do Ensino Médio (EM) se apresenta em parte desatualizado e descontextualizado. A partir dessa evidência, acentua-se a necessidade de aproximar essa realidade aos conteúdos a serem trabalhados em sala de aula, promovendo assim um maior significado para as aulas.

Nos meados dos anos 1990, o currículo de Física começou a ser reformulado, principalmente com a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) para a Educação Brasileira, em 1996. Um passo importante para a inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no currículo do EM encontra-se sustentado na seção IV, artigo 36° dessa Lei e nas orientações sobre o novo ensino de Física contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

I – o educando demonstre domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna (LDB/96 BRASIL, 1996 Seção IV, art. 36°, §1°,I).

"É preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. [...] Não se trata, portanto, de elaborar novas listas de tópicos de conteúdo, mas sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. Apresentar uma Física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua ou das estrelas no céu, o arcoíris e também os raios laser, as imagens da televisão e as formas de comunicação. [...] incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma Física que discuta a origem do universo e sua evolução. Que trate [...] das células fotoelétricas, das radiações presentes no dia-a-dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Uma Física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado. Para isso, é imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante." (Brasil 1999, p.23)

Em 2002, com a publicação dos PCN+, acentua-se a necessidade da inserção de tópicos de FMC no EM.

"Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas. Mas será também indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos.

Finalmente, será indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu "lugar" na história do Universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência." (Brasil 2002, p.70)

Em suma, o que se pode tirar da leitura desses documentos é a importância de atualizar os currículos de Física do Ensino Médio para poder permitir que o aluno compreenda a ciência do seu tempo (SALES 2014, p. 39).

Em 2000, em um trabalho que apresentava uma extensa revisão de literatura sobre a linha de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio", Ostermann e Moreira (2000) apontavam algumas justificativas para que se ensinasse FMC no EM. Dentre elas pode-se destacar:

- despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima a eles;
- os estudantes não têm contato com o excitante mundo da pesquisa atual em Física, pois não veem nenhuma Física além de 1900. Esta situação é inaceitável em um século no qual ideias revolucionárias mudaram a ciência totalmente;
- é do maior interesse atrair jovens para a carreira científica. Serão eles os futuros pesquisadores e professores de Física;
- é mais divertido para o professor ensinar tópicos que são novos.
 O entusiasmo pelo ensino deriva do entusiasmo que se tem em relação ao material didático utilizado e de mudanças estimulantes no conteúdo do curso. É importante não desprezar os efeitos que o entusiasmo tem sobre o bom ensino (OSTERMANN 2000, p. 24).

Desde essa época já existia uma tendência nacional e internacional de atualização dos currículos de Física e muitas justificativas para tal. Vários trabalhos mostraram um consenso sobre a importância de levar temas mais atuais de Física para a sala de aula, mas, a literatura mostra, ainda existem muitas dificuldades a serem superadas para sua efetiva implementação na cultura escolar, tais como: a falta de preparo dos professores, a falta de material didático disponível, a carga horária da disciplina de Física insuficiente para a inserção de novos conteúdos, a dificuldade matemática, entre outras (MORAES e GUERRA, 2013). Ostermann e Moreira (2000), em seu trabalho, concluíram que a inserção da FMC no EM é necessária para a renovação do currículo atual, mas ainda há uma carência de trabalhos que apresentem propostas efetivamente testadas em sala de aula com seus devidos resultados de aprendizagem.

Pereira e Ostermann (2009) apresentam uma revisão sobre o ensino de FMC com o objetivo de atualizar a revisão apresentada por Ostermann e Moreira (2000). Analisando 102 artigos publicados no período de 2001 a 2006, os autores constataram que, apesar do aumento de publicações que apresentavam resultados de pesquisa, a maioria dos artigos ainda se referia a textos de consulta para professores. Embora houvesse um número considerável de estudos envolvendo propostas didáticas inovadoras, poucos investigavam os mecanismos envolvidos no processo de construção de conhecimentos em sala de aula. A maioria dos trabalhos de pesquisas que avaliavam propostas didáticas em sala de aula se referiam ao conteúdo e ao rigor científico com que eles eram apresentados.

Sales (2014), buscando encontrar informações sobre um estado da arte mais atual sobre o ensino de FMC, realizou uma busca semelhante aos trabalhos de Ostermann e Moreira (2000) e Pereira e Ostermann (2009), em dois eventos científicos da área de Ensino de Física: o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), de 2010 e 2012, e o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) de 2011 e 2013. Após analisar os trabalhos selecionados ela pôde concluir que:

Do ponto de vista de justificativas, todos os trabalhos se apoiam nas revisões anteriores (OSTERMANN e MOREIRA, 2000; PEREIRA e OSTERMANN, 2009) e em documentos oficiais, como os PCN e a LDB, para sustentar a ideia de que a inclusão de temas de FMC no Ensino Médio já está bem justificada entre a comunidade de pesquisadores, como nas recomendações dos documentos oficiais (SALES 2014, p.31).

Outro ponto a se destacar no trabalho desenvolvido por Sales (2014) está associado à aplicação de propostas didáticas em sala de aula, segundo a autora, os trabalhos analisados são unânimes ao justificarem as suas revisões no fato de que ainda parece haver uma carência de trabalhos que apresentem uma discussão da FMC do ponto de vista de propostas didáticas aplicadas em sala de aula.

Em sua dissertação de Mestrado, Aguiar (2010) descreve a aplicação e análise de uma proposta curricular enfatizando a inserção de alguns elementos

de FMC na primeira série do EM. Segundo o autor, conteúdos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia são inseridos no segundo semestre buscando uma proposta educacional integralizante a um conjunto de conceitos e elementos do conhecimento. De acordo com o relato do autor, essa pareceu ser uma proposta bem-sucedida de abordar conteúdos de FMC associados à Astronomia.

Como podemos notar, nesses trabalhos de revisão que acabamos de apresentar, a discussão sobre inserção de temas de FMC em aulas de física está presente na literatura da área de Ensino de Física há várias décadas e ainda se mantém atual. No início, a maior preocupação era com as justificativas para o ensino de FMC no EM, hoje, a maior preocupação está relacionada a como fazer a inserção da FMC no EM e quais as dificuldades para aplicar as propostas na sala de aula. Essa preocupação vem justificar o trabalho desenvolvido nessa dissertação, em que apresentamos uma proposta didática abordando conteúdos de FMC, baseada nos 3MP, e aplicamos em uma turma da 3° série do EM.

Os conteúdos de FMC abordados na proposta didática, estão contemplados nos documentos oficiais. Os PCN+, que fazem uma releitura dos PCN, apresentam uma reorganização dos tópicos abordados no EM a partir de seis temas estruturadores. Os temas estruturadores "matéria e radiação" e "Universo, Terra e Vida" nortearam a escolha dos assuntos contemplados nas cinco atividades desenvolvidas na proposta didática.

O tema estruturador "matéria e radiação" inclui os tópicos de FMC referentes a interação da radiação com a matéria, abordado nas atividades I, III e V da proposta didática. O estudo desse tema deve permitir ao aluno compreender os modelos de constituição da matéria, as características das radiações que compõem o espectro eletromagnético, e as diferentes formas de interação entre radiação e matéria (BRASIL 2002, p.77).

O tema estruturador "Universo, Terra e Vida" também permite discussões sobre FMC, tais como os modelos cosmológicos e a Física das estrelas. Esse tema abre espaço para a inclusão de tópicos de Astronomia que normalmente despertam atenção dos alunos e são frequentes nas mídias. Baseado nos PCN+, podemos justificar a escolha dos tópicos de Astronomia contemplados nas cinco atividades da proposta didática.

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou o mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra (BRASIL 2002, p.78).

Na atividade I, Exoplanetas, especulamos sobre a existência de vida e a obtenção de informações a respeito desses astros celestes. Na atividade II, Estrutura e Composição do Universo, situamos os educandos no mundo em que ele vive. Na atividade III, As Estrelas, abordamos a constituição e a evolução estelar. A atividade IV, Júri Simulado, promove um grande debate sobre as pesquisas espaciais. A atividade V, Espectroscopia e a estrutura da matéria, insere o educando em um mundo de grandes descobertas tecnológicas.

2.4 O Ensino de Astronomia na Educação Básica

Na última década, os trabalhos associados ao ensino de Astronomia na Educação Básica brasileira apresentaram um aumento significativo em sua produção. Podemos ter uma noção desse crescimento se consultarmos o Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia (BRETONES, acesso em 05 jan. 2016). Desde que a primeira tese brasileira, cujo conteúdo incluía discussões acerca de aspectos inovadores em relação ao Ensino de Astronomia na Educação Básica, foi publicada em 1973 (CANIATO, 1973), outros 138 trabalhos de pós-graduação com abordagem sobre Educação em Astronomia foram produzidos até 2016, sendo 123 dissertações de mestrado acadêmico e profissional e mais 15 teses de doutorado (BRETONES, acesso em 05 jan. 2016), sendo que, desse total, 90 trabalhos foram produzidos na última década.

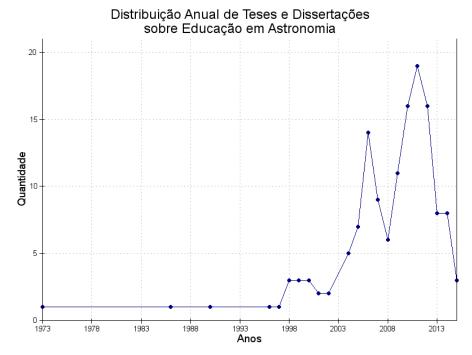


Gráfico 2.1: Produção nacional de teses e dissertações sobre Educação em Astronomia, entre 1973 e 2016 (BRETONES, acesso em 05 jan. 2016).

Como podemos observar no gráfico 2.1, a Educação em Astronomia tem sido uma preocupação crescente, não só pelo aumento no número de trabalhos acadêmicos, mas também pelo aumento significativo em eventos como a reunião da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) e nos Simpósios Nacionais de Ensino de Física (SNEF). Um dos prováveis fatores que podem ter contribuído para esse significativo aumento do número de trabalhos relacionados a área de Educação em Astronomia, foi o fato de a área ter sido contemplada na produção dos documentos oficiais do Ministério da Educação (PCN) a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9394/96).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997, 1998) recomendam, no Ensino Fundamental, a organização e o desenvolvimento do ensino de Ciências em torno de quatro eixos temáticos, dentre esses podemos destacar o eixo "Terra e Universo". No Ensino Médio, segundo os PCN+ (BRASIL, 2002) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), um dos seis temas estruturadores que "articulam competências e conteúdos e apontam para novas práticas pedagógicas" é "Universo, Terra e Vida" (BRASIL, 2006, p. 57), envolvendo as unidades temáticas: "Terra e sistema solar, o universo e sua origem, compreensão humana do Universo" (BRASIL,

2006, p. 57). A inclusão desses temas nos documentos oficiais, pelo que parece, promoveu uma maior abordagem, por parte dos professores, dos assuntos relacionados à Astronomia dentro do ambiente escolar, mesmo que ainda muito tímida. Em contrapartida, muitas dificuldades foram se revelando no processo de ensino-aprendizagem da Astronomia, o que resultou em uma maior preocupação e motivação dos pesquisadores da área em relação a investigar os fatores causadores dessas dificuldades e a propor novas alternativas de abordagens visando corrigir problemas na formação dos professores e dos educandos.

Nos últimos anos, as pesquisas em Educação em Astronomia têm nos conduzido a importantes resultados a respeito da formação de professores, suas dificuldades em abordar temas associados a Astronomia, e as concepções prévias de professores e alunos da Educação Básica. Dentre estas pesquisas, podemos destacar os trabalhos de Bisch (1998), Leite (2002, 2006) e Langhi (2014).

Bisch (1998) realizou um levantamento de concepções de alunos e professores do Ensino Fundamental em relação a alguns tópicos de Astronomia: a forma, o tamanho e a idade da Terra; os movimentos da Terra, a órbita, o ciclo dia e noite e as estações do ano; Lua; gravidade. Com esse levantamento ele chegou à conclusões importantes, mostrando grandes convergências quanto à natureza do conhecimento apresentado por professores e estudantes definidas em três traços fundamentais:

- apresenta diversas noções baseadas na interpretação ingênua de que a aparência com que os objetos se apresentam aos nossos sentidos corresponde exatamente ao que eles são (realismo ingênuo);
 inclui muitas noções que vêm expressas na forma de chavões verbais ou gráficos, os quais são veiculados fora do contexto científico em que foram criados, ou seja, vêm desacompanhados da indicação das relações lógicas que lhes conferiam sentido naquele contexto, sendo assim reinterpretados pelas professoras e estudantes de acordo com seu senso comum;
- a representação do espaço é mais qualitativa/topológica do que quantitativa/geométrica, o que significa que relações de separação, vizinhança, ordem, envolvimento e continuidade são mais enfatizadas na estruturação do espaço do que as distâncias, proporções,

coordenadas e a coerência de conjunto de projeções e perspectivas (BISCH, 1998, p 257).

Ele argumenta ainda que para transcendermos da cultura primeira, promovendo uma compreensão ampliada, um acesso à cultura científica elaborada, uma consciência do entorno cósmico e de nossa posição dentro dele, temos que superar estes três traços.

Motivados por esses resultados, introduzimos na nossa proposta didática a atividade II – Estrutura e Composição do universo, em que discutimos a nossa posição no cosmos, e as estruturas constituintes do universo.

Leite (2002), com uma amostra de professores de ciências do ensino público de São Paulo, verificou que a maioria concebia a Terra, o Sol, a Lua e as estrelas como objetos planos. Outros professores identificavam a Terra como esférica, mas com um achatamento exagerado nos polos. Relativamente aos fenômenos astronômicos, como o ciclo dia e noite, os eclipses e as fases da Lua, verificou-se que os professores demostravam uma grande dificuldade na articulação das respostas. Muitos professores indicavam que as estrelas e o Sol são objetos diferentes, enquanto outros nunca ouviram falar sobre buracos negros, até mesmo confundindo-os com o buraco na camada de ozônio; a Lua não tem movimento de rotação; as fases da Lua são resultados da sombra da Terra sobre ela e as estações do ano são provocadas pelo afastamento e aproximação da Terra em relação ao Sol. Baseada no relato dos professores e analisando as respostas dadas por eles nas atividades ela afirma que:

Esse professor pouco sabe sobre os conceitos científicos envolvidos nos estudos sobre as estrelas, galáxias, o universo, ou até mesmo sobre o Sistema Solar, pois em sua formação conhecimentos dessa natureza não fizeram parte do currículo escolar. Já o livro didático do ensino fundamental, que normalmente é fonte de conhecimento para ele, apresenta os conteúdos fragmentados, pouco profundos, quando não errôneos, e, ainda, insuficientes para a explicação das muitas questões veiculadas pelos meios de comunicação (LEITE, 2002, p.1).

Baseados nesses resultados, e cientes de que esse panorama não é particular apenas desse grupo restrito de indivíduos, visto que outras pesquisas

mostram que isso se repete em outros segmentos da comunidade escolar, pensamos numa abordagem que pudesse contemplar, na proposta didática uma visão tridimensional do universo e alguns dos objetos celestes constituintes do mesmo. Planejamos e realizamos uma atividade com a intenção de abordar a evolução estelar e a formação dos sistemas planetários na perspectiva de desmistificarmos as concepções a respeito da formação dos exoplanetas. Em Leite (2008), encontramos o embasamento necessário para reforçar a nossa opção por abordar a estrutura do universo e a evolução estelar, quando ela discute a questão da importância da consideração da espacialidade dos astros e fenômenos astronômicos.

Langhi (2014) após realizar um levantamento da produção científica da última década em 19 periódicos nacionais Qualis A1 e A2 e nas publicações da Revista Latino Americana de Educação em Astronomia (RELEA), a qual vigora desde 2004, sobre artigos com abordagens voltados à pesquisa em Educação em Astronomia ou à apresentação de conceitos de Astronomia relacionados ao ensino, selecionou um total de 138 artigos que foram utilizados como fonte de análise, em que, a partir da metodologia do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC), ele responde a questão: o que o pesquisador brasileiro afirma como justificativa para o ensino da Astronomia? Levando em conta a análise dos dados efetuada, ele construiu, em parágrafo único, o Discurso do Sujeito Coletivo resultante, o qual reproduz a representação social do pesquisador brasileiro, enquanto sujeito coletivo, acerca das justificativas para o ensino da Astronomia, que encontra-se aqui reproduzido.

"Conforme meus resultados apontam, apresento as seguintes justificativas para importância do ensino de temas de Astronomia na educação básica e na formação inicial e continuada de professores: ela contribui para uma visão de conhecimento científico enquanto processo de construção histórica e filosófica; representa um exemplo claro de que a ciência e a tecnologia não estão distantes da sociedade; desperta a curiosidade e a motivação nos alunos e nas pessoas em geral; potencializa um trabalho docente voltado para a elaboração e aplicação autônoma de atividades práticas contextualizadas, muitas destas sob a necessidade obrigatória de uma abordagem de execução tridimensional que contribua para a compreensão de determinados fenômenos celestes; implica em atividades de observação sistemática

do céu a olho nu e com telescópios (alguns construídos pelos alunos e professores, desmistificando sua complexidade); conduz o habitante pensante do planeta Terra a reestruturações mentais que superam o intelectualismo e o conhecimento por ele mesmo, pois a compreensão das dimensões do universo em que vivemos proporciona o desenvolvimento de aspectos exclusivos da mente humana, tais como fascínio, admiração, curiosidade, contemplação e motivação; é altamente interdisciplinar; sua educação e popularização podem contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica, da cultura, da desmistificação, do tratamento pedagógico de concepções alternativas, da criticidade sobre notícias midiáticas sensacionalistas e de erros conceituais em livros didáticos; fornece subsídios para o desenvolvimento de um trabalho docente satisfatoriamente em conformidade com as sugestões dos documentos oficiais para a educação básica nacional, a partir da sua inserção na formação inicial e continuada de professores; possui potenciais de ensino e divulgação, ainda nacionalmente pouco explorados, nos âmbitos das comunidades astrônomos profissionais e semiprofissionais (amadores colaboradores com profissionais), bem como de estabelecimentos específicos onde estes atuam (observatórios, planetários e clubes de Astronomia)"(LANGHI, 2014, p. 53).

Baseado no trabalho de Langhi (2014), e em conformidade com o pensamento do pesquisador brasileiro, podemos destacar alguns tópicos que nos conduziram na elaboração da proposta didática que nos referimos nessa dissertação.

A Astronomia, como citado acima por Langhi (2014), é altamente interdisciplinar. Esse foi um dos motivos que nos levou a utilizar a Astronomia para problematizar conceitos de FMC. Junto a isto, podemos agregar o potencial motivador e a capacidade de despertar a curiosidade nas pessoas em geral, além de proporcionar o desenvolvimento de aspectos exclusivos da mente humana, tais como fascínio, admiração, curiosidade e contemplação, o que se torna um grande ponto de partida para a escolha dessa ciência como tema central do nosso trabalho, pois educandos mais motivados estão mais propícios a uma aprendizagem mais significativa.

A Astronomia representa um exemplo claro de que a ciência e a tecnologia não estão distantes da sociedade, sua educação e popularização podem

contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica, da cultura, da desmistificação, do tratamento pedagógico de concepções alternativas, da criticidade sobre notícias midiáticas sensacionalistas e de erros conceituais em livros didáticos. Esses aspectos aqui destacados podem ser evidenciados em todas as atividades da proposta didática. Na atividade I, que trata dos exoplanetas, trabalhamos de forma consciente a informação contida em um texto jornalístico de divulgação da ciência. Na atividade II, trabalhamos a visão do nosso universo, no sentido de nos posicionarmos e abordarmos algumas concepções alternativas a respeito da nossa posição no universo, os movimentos dos corpos celeste e a tecnologia envolvida para olharmos e compreendermos o céu, essa mesma tecnologia que está presente em nosso cotidiano. Na atividade III, que se refere às estrelas, abordamos alguns conceitos sobre a evolução estelar e a formação dos sistemas planetários, proporcionando um entendimento da própria formação do nosso planeta, da origem dos elementos que nos formam, ou seja, contribuindo para a alfabetização científica do educando. Na atividade IV, discutimos, através de um júri simulado, a utilização, no nosso dia a dia, de tecnologias desenvolvidas nas atividades espaciais, a importância da aplicação de recursos em pesquisas e a preocupação em devolver esses recursos na forma de benefício para a sociedade. Tudo isso contribui para o educando desenvolver uma cultura científica capaz de inseri-lo de forma crítica no mundo. Na atividade V, ao abordamos a espectroscopia e a estrutura da matéria, pudemos inserir o educando num mundo tecnológico atual, envolvendo conceitos e equipamentos modernos, em que agora ele poderá compreender os fenômenos e avaliar de maneira consciente as informações vinculadas na mídia a respeito dos mesmos.

Quando Langhi cita em seu artigo que a Astronomia potencializa um trabalho docente voltado para a elaboração e aplicação autônoma de atividades práticas contextualizadas, isso nos remete ao fruto da aplicação do material produzido e relatado aqui, em que um grupo de alunos motivados pelas aulas, resolveu construir um espectroscópio para abordar o tema na Semana de Ciência e Tecnologia da escola. Isso constituiu um verdadeiro exemplo de desenvolvimento de atividade autônoma contextualizada, revelando o verdadeiro potencial da Astronomia no ensino.

Além desses pontos já abordados, podemos destacar que a escolha de temas de Astronomia associados a FMC está de acordo com o pensamento coletivo dos pesquisadores brasileiros, conforme levantado por Langhi (2014), no sentido que ela fornece subsídios para o desenvolvimento de um trabalho docente satisfatoriamente em conformidade com as sugestões dos documentos oficiais para a educação básica nacional.

Em um artigo publicado em 2011, após constatar que mesmo depois de um vasto trabalho de pesquisa nas últimas décadas a respeito das concepções alternativas em Astronomia, professores e alunos egressos da educação básica ainda persistiam em apresentar essas concepções, Langhi (2011) propõe uma ação nacional no sentido de reverter esse quadro.

Recomendamos, assim, um esforço geral das comunidades científica, escolar, de astrônomos amadores e dos estabelecimentos relacionados (planetários, observatórios, museus, etc.) em mudar efetivamente o quadro atual no que tange à Educação em Astronomia [...] (LANGHI, 2011).

Portanto, o presente trabalho de desenvolvimento e aplicação dessa proposta didática com temas baseados em tópicos de Astronomia para abordar conteúdos de FMC, balizado pelos resultados das pesquisas já expostos acima, busca contribuir de forma, mesmo que tímida, para o esforço conjunto sugerido por Langhi (2011), na tentativa de mudar o quadro atual da Educação em Astronomia no Brasil, principalmente por envolver estudantes de uma escola pública federal de Ensino Médio, onde foi desenvolvido o trabalho, a comunidade científica, representada pelo professor-pesquisador e seu orientador, e por proporcionar ao mesmo tempo, devido a uma educação dialógica, uma melhor formação para os educandos e para o professor-pesquisador a respeito dos temas abordados, visto que, parafraseando Freire (2015b): o educador não é o que apenas educa, enquanto ele educa também é educado em constante diálogo com o educando que, ao ser educado, também educa.

3 Metodologia

Nesse capítulo descrevemos a metodologia aplicada na investigação realizada, os instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa e a metodologia de análise de dados posteriormente aplicada para obter as conclusões a partir dos dados coletados. Será apresentado o delineamento de aplicação da proposta didática em sala de aula, elaborados a partir dos princípios da educação dialógica de Paulo Freire e baseada nos 3MP abordado inicialmente por Delizoicov (1982), ao promover a transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal (MUENCHEN, 2012).

3.1 Pesquisa Qualitativa

Desenvolvemos nesse trabalho na área de ensino de Física uma pesquisa de natureza aplicada, qualitativa, descritiva, com características de pesquisa-ação. A investigação-ação é um tipo de investigação aplicada no qual o investigador se envolve ativamente na causa da investigação (BIKLEN, 1994, p.293).

Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, coletamos os dados de maneira descritiva a partir dos questionários, das produções textuais durante as atividades e das transcrições de alguns momentos das observações do ambiente estudado, a sala de aula. Procuramos assim analisar toda a riqueza dos dados coletados, buscando respeitar a forma que os mesmos foram registrados, pois segundo Biklen: a palavra escrita assume particular importância na abordagem qualitativa, tanto para o registro dos dados como para a disseminação dos resultados (BIKLEN, 1994, p.49).

Desenvolvemos a pesquisa como "observador participante", em que houve uma interação constante com os sujeitos investigados em função do processo ter ocorrido em sala de aula. A nossa presença se deu em todos os momentos da obtenção dos dados, visto que o somos tido como o instrumento principal dessa coleta e nossa participação no ambiente natural da pesquisa é essencial (BIKLEN, 1994, p.47). Nesse tipo de investigação nós somos o instrumento chave para a análise dos dados. Em geral, podemos destacar que

a abordagem qualitativa possui as seguintes características segundo Bogdan e Biklen (1994):

Os dados que são recolhidos tendem a ser descritivos, consistindo em relatos mais ou menos vívidos que as pessoas fazem dos acontecimentos e atividades. A apresentação dos resultados também envolve a sua descrição. A investigação tende a ser conduzida nos locais onde os programas estão a se desenrolar... Enfatiza-se o processo — como as coisas acontecem e não como um resultado específico foi alcançado; e existe uma preocupação pelo significado — como os vários participantes no programa veem e entendem o que aconteceu... A ênfase consiste em relatar o que aconteceu, sob diferentes perspectivas, e conhecer as consequências da intervenção, tanto as não esperadas como as desejadas. (BIKLEN, 1994, p.269).

Podemos dizer que uma das diferenças mais importantes entre a pesquisa em Física e em Ensino de Física é que a primeira tem como objeto de estudo os fenômenos da natureza e a segunda, os sujeitos e as interações entre os sujeitos no contexto específico do ensino e aprendizagem da Física.

3.2 Caracterização da Instituição

Essa pesquisa foi conduzida no Instituto Federal do Estado do Espírito Santo (Ifes), campus Cariacica, localizado na Rodovia Governador José Sette, n°184 - Bairro Itacibá – Cariacica – ES.



Figura 3.1: Ifes, campus Cariacica, ES-Brasil (Fonte: http://www.ca.ifes.edu.br/)

A Unidade Descentralizada de Cariacica foi criada pela Portaria MEC nº 1312 de 17/07/2006 e iniciou suas atividades em 21/08/2006 em prédio cedido

pela Prefeitura Municipal de Cariacica, localizada à Rua Narciso Pavani – s/n, Bairro São Francisco, Cariacica-ES. A partir de dezembro de 2008, esta unidade passou a denominar-se Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica. Em 2009, passou a funcionar também em Itacibá, Cariacica, de forma parcial. A Sede própria foi ocupada em definitivo no final de 2012. Finalizando as operações em São Francisco.

Este campus conta com cursos integrados ao ensino médio de técnico em Administração, Manutenção de Sistemas Metroviários e Portos, no período diurno e concomitante ao ensino médio de técnico em Logística, Manutenção de Sistemas Metroviários e Portos, período noturno. Existe ainda os cursos superiores em Engenharia de Produção, Física Bacharelado e Licenciatura, além do Mestrado Profissional em Ensino de Física.

Apesar da diversidade de cursos existentes no campus, delimitamos a nossa pesquisa, por razões de ementa de curso, a uma turma de 3º série do ensino médio integrado do turno matutino do curso de técnico Portos, no ano de 2015.

3.3 Os Sujeitos Participantes da Pesquisa

Os sujeitos dessa pesquisa foram 26 alunos da 3ª série do curso técnico de Portos integrado ao Ensino Médio do período diurno e um aluno da 4ª série do curso técnico de Administração integrado ao Ensino Médio também do período diurno. Este aluno de Administração se encontrava sobre o regime de dependência, por isso frequentava as aulas de Física nessa turma. A faixa de idade dos sujeitos participantes dessa pesquisa estava compreendida entre 17 e 19 anos.

Assumimos as aulas nessa turma no início do segundo semestre do ano de 2015, até então a turma era de responsabilidade de outro professor que se afastou de suas funções para realizar um pós-doutorado.

Todos os sujeitos participantes da pesquisa autorizaram a sua realização através do Termo de Livre Consentimento e Esclarecido e tiveram suas identidades preservadas de modo que não seja possível a identificação dos mesmos e as informações fornecidas por eles foram usadas única e exclusivamente para a realização da pesquisa.

Durante a intervenção realizada a ementa dos cursos foi plenamente respeitada em seus conteúdos e atividades previstas no plano de ensino e no programa pedagógico de curso (PPC) da Instituição.

3.4 Os Instrumentos de Coleta de Dados Utilizados

Para a coleta de dados utilizamos os seguintes instrumentos: um questionário inicial, um registro de uma atividade livre de representação da estrutura do universo, aplicada durante a fase da Problematização Inicial (PI) da atividade II, Estrutura do Universo, da proposta didática, um texto dissertativo, proposto na fase de Aplicação do Conhecimento (AC), a respeito da participação na atividade IV, denominada Júri Simulado, um questionário final com as mesmas perguntas aplicadas no primeiro questionário, um questionário de avaliação de opinião e uma avaliação formal ao término da intervenção. Elaboramos e previamente validamos com os nossos pares os instrumentos que exigiam a leitura e o preenchimento por parte dos sujeitos desta intervenção. Além desses instrumentos citados anteriormente, todas as aulas tiveram o áudio gravado para posterior análise das nossas falas e intervenções dos educandos.

3.4.1 Os questionários inicial e final

Os questionários inicial e final (APÊNDICE D) são compostos pelas mesmas questões, totalizando cinco. Aplicados como pré-teste e pós-teste, eles buscam mapear os conhecimentos prévios dos educandos e, associados aos outros instrumentos de coleta de dados, fornecer subsídios para investigarmos se houve indícios de aprendizagem. As questões foram elaboradas de maneira a abordar conteúdos básicos da aquisição de dados e observação em Astronomia, conceitos fundamentais da Física Moderna e Contemporânea e os conhecimentos prévios dos alunos sobre a problematização inicial que permeia nosso trabalho de pesquisa.

3.4.2 O questionário de opinião

Buscando avaliar a opinião dos alunos em relação à proposta de ensino, a metodologia utilizada e a inserção de tópicos de Astronomia para introduzir assuntos de Física Moderna e Contemporânea, aplicamos, ao término da pesquisa em campo, um questionário de opinião (APÊNDICE E). Disponibilizamos para o preenchimento desse questionário 20min da aula do último encontro do ano. Durante a aplicação do questionário os educandos foram instruídos a se identificarem apenas nos casos em que se sentissem à vontade para tal. Essa instrução foi dada com o objetivo de tornar as respostas o mais fidedigna possível em relação a opinião do educando sobre a intervenção.

O questionário foi composto por nove perguntas sendo sete delas objetivas e abertas para comentários, e duas discursivas, nas quais solicitamos a avaliação dos pontos positivos e negativos da proposta de ensino aplicada. As questões diretas abordavam a opinião do educando em relação ao estudo do conteúdo de FMC e da inserção da Astronomia para problematizar e aplicar o conteúdo abordado.

3.4.3 A avaliação formal

Elaboramos a avaliação formal (APÊNDICE C) de forma tradicional, com 10 questões abordando os conceitos de Física Moderna e Contemporânea estudados durante a intervenção, ela foi aplicada no último encontro da pesquisa em campo com o objetivo de investigar a compreensão dos alunos acerca da temática estudada. No momento da avaliação a sala foi dividida em duplas. Optamos por avaliar dessa maneira porque, mesmo realizando uma avaliação tradicional, poderíamos estimular a troca de significados entre os educandos durante o momento de aplicação da mesma. Disponibilizamos para a conclusão dessa avaliação duas aulas de 50min, totalizando 1h40min.

Na elaboração desse instrumento avaliativo, reiteramos a utilização dos princípios utilizando situações-problema que caminhavam desde questões

próximas aos exemplos trabalhados até aplicações em novas situações, envolvendo complexidades distintas e em diferentes níveis de abstração.

3.4.4 A gravação das aulas

Para garantirmos o registro de todas as informações relevantes à pesquisa gravamos em áudio todos os encontros realizados. Todos os alunos consentiram com esse registro.

3.5 Metodologia Usada para a Análise dos Dados Coletados

3.5.1 Análise de Conteúdo

No início do desenvolvimento do nosso trabalho de pesquisa, como já mencionado anteriormente ao descrevermos os instrumentos de coleta de dados, aplicamos um pré-teste com questões abertas e, ao final do desenvolvimento da proposta didática, aplicamos um pós-teste e um questionário final também contendo perguntas abertas. Além desses instrumentos, ainda obtivemos dados a partir de duas atividades sugeridas ao longo da proposta didática, uma descrição livre sobre a estrutura do universo e um texto dissertativo sobre a atividade referente ao júri simulado. Para análise dos dados coletados utilizamos a técnica da *análise de conteúdo*, descrita por Laurence Bardin, em sua obra "Análise de Conteúdo", como:

Um conjunto de técnicas de análises de comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1977, p.42).

A análise de conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para

descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos (MORAES, 1999). Como estamos tratando de uma pesquisa qualitativa e, ao longo do tempo, esse tipo de abordagem tem sido cada vez mais utilizada nas pesquisas de Ensino de Física, a análise de conteúdo se transforma em uma importante ferramenta, principalmente por utilizar a indução e a intuição como estratégias para atingir níveis de compreensão mais aprofundado dos fenômenos que se propõe a investigar. Segundo Moraes:

Como método de investigação, a análise de conteúdo compreende procedimentos especiais para o processamento de dados científicos. É uma ferramenta, um guia prático para a ação, sempre renovada em função dos problemas cada vez mais diversificados que se propõe a investigar. Pode-se considerá-la como um único instrumento, mas marcado por uma grande variedade de formas e adaptável a um campo de aplicação muito vasto, qual seja a comunicação (MORAES, 1999).

O processo de análise de conteúdo possui diversificadas descrições de diferentes autores, vamos aqui nos basear na proposta concebida por MORAES(1999) em que podemos dividi-lo em cinco etapas:

1 - Preparação das informações:

Uma vez de posse das informações a serem analisadas, é preciso em primeiro lugar submetê-las a um processo de preparação. Este consiste em:

- 1.1-Identificar as diferentes amostras de informação a serem analisadas.
- 1.2-Iniciar o processo de codificação dos materiais estabelecendo um código que possibilite identificar rapidamente cada elemento da amostra de depoimentos ou documentos a serem analisados.
- 2 Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades:

Uma vez devidamente preparados, os dados serão submetidos ao processo de "unitarização". Isso consiste no seguinte:

- 2.1 Reler cuidadosamente os materiais com a finalidade de definir a unidade de análise. [...] a unidade de análise é o elemento unitário de conteúdo a ser submetido posteriormente à classificação.
- 2.2 Reler todos os materiais e identificar neles as unidades de análise. Ao assim proceder-se codifica-se cada unidade, estabelecendo-se códigos adicionais, associados ao sistema de codificação já elaborado anteriormente.
 - 2.3-Isolar cada uma das unidades de análise.
 - 2.4-Definir as unidades de contexto.

Uma vez identificadas e codificadas todas as unidades de análise, o analista de conteúdo estará pronto para envolver-se com a categorização.

3 - Categorização ou classificação das unidades em categorias:

A categorização é um procedimento de agrupar dados considerando a parte comum existente entre eles. Classifica-se por semelhança ou analogia, segundo critérios previamente estabelecidos ou definidos no processo.

4 – Descrição:

A quarta etapa do processo de análise de conteúdo é a descrição. Uma vez definidas as categorias e identificado o material constituinte de cada uma delas, é preciso comunicar o resultado deste trabalho. A descrição é o primeiro momento desta comunicação.

5 – Interpretação:

Uma boa análise de conteúdo não deve limitar-se à descrição. É importante que procure ir além, atingir uma compreensão mais aprofundada do conteúdo das mensagens através da inferência e interpretação (MORAES, 1999).

Devemos ressaltar que os resultados encontrados aqui nesse trabalho não necessariamente serão também localizados em outras pesquisas desenvolvidas em contextos com variáveis semelhantes. A análise de conteúdo, apesar de ser constituída de procedimentos especiais para o processamento dos dados, partindo de uma série de pressupostos para captar o sentido simbólico do texto, que nem sempre está explícito e de significado único, envolve uma interpretação pessoal por parte do pesquisador com relação à percepção que

tem dos dados. Os resultados que serão aqui apresentados, devem ser analisados do ponto de vista a permitir uma ampliação do conhecimento da área de investigação sobre as questões em foco, porém sem a intenção de generalizá-los para todos os casos.

3.6 Construção da Proposta Didática

O trabalho em questão é o estudo de aplicação de uma proposta de proposta didática de ensino que busca integrar conteúdos de Astronomia a determinados conceitos de Física Moderna e Contemporânea. As aulas que fizeram parte desta intervenção seguiram um método em que as atividades propostas eram compostas de três etapas. As etapas foram definidas seguindo a proposta da dinâmica dos 3MP: Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC).

A elaboração do material utilizado na implementação da proposta seguiu os princípios pedagógicos de Freire (2015a, 2015b) e a dinâmica dos 3MP propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (DELIZOICOV, 2011). Antes do início da intervenção em sala de aula, traçamos todo o planejamento da pesquisa em campo e estabelecemos os recursos que seriam utilizados neste estudo. A intervenção sofreu algumas alterações em relação ao planejamento inicial devido as questões que surgiram ao longo das etapas desenvolvidas em cada atividade, principalmente durante o momento da problematização inicial (PI). Essas situações já haviam sido previstas por Delizoicov, Angotti e Pernambuco: "a dialogicidade, por propiciar uma interação constante, possibilita que a todo momento se façam ajustes na programação" (DELIZOICOV, 2011).

A proposta didática foi elaborada levando em conta os seguintes pressupostos:

- Abordar os tópicos associados a emissão e absorção de radiação eletromagnética e a estrutura da matéria contidos no currículo de Física do EM de uma maneira dialógica e problematizadora.
- Estruturar uma proposta didática, para ser aplicada aos alunos do terceiro ano do EM, baseada na dinâmica dos 3MP, usando como temática

central tópicos da Astronomia, tais como: os exoplanetas, a estrutura do universo e a formação de estrelas, para abordar conteúdos de FMC.

- Fornecer subsídios para que temas de Astronomia sejam efetivamente problematizados e questionados em aulas de Física do EM. A partir do questionamento de elementos observáveis da Astronomia e vivenciados pelos educandos, procura-se problematizar os modelos científicos contemplados em conteúdos de FMC, assim como os fenômenos inerentes a estes.

A partir desses pressupostos definimos os objetivos sugeridos para a construção da proposta didática categorizando-os em: objetivo geral da proposta didática, objetivos específicos da proposta didática, objetivos específicos de Astronomia e objetivos específicos de Física Moderna e Contemporânea. Esses objetivos serão definidos no próximo item.

3.6.1 Os Objetivos da Proposta Didática

Vamos apresentar aqui os objetivos que foram definidos para a proposta didática. Procuramos dividi-los em dois eixos: os objetivos da proposta didática e os objetivos associados aos conteúdos de Astronomia e Física Moderna e Contemporânea abordados na terceira série do Ensino Médio.

3.6.1.1 Objetivo Geral da Proposta Didática

Utilizar a Astronomia como temática central para o ensino de FMC a fim de ampliar os conhecimentos Científicos e Tecnológicos dos educandos.

3.6.1.2 Objetivos Específicos da Proposta Didática

- Abordar tópicos de FMC no currículo do EM de uma maneira dialógica e problematizadora.
- Estruturar uma proposta didática baseada na dinâmica dos 3MP, usando como temática central a Astronomia, para abordar tópicos de FMC para ser aplicada aos alunos do EM.

3.6.1.3 Objetivos Específicos de Astronomia

- Conceituar exoplanetas.
- Abordar a estrutura e principais componentes do universo visível: planetas, estrelas e galáxias.
- Identificar as fases da evolução estelar.
- Abordar as ferramentas que os astrônomos utilizam para identificar os constituintes químicos e físicos dos objetos celestes observáveis, especialmente a espectroscopia.

3.6.1.4 Objetivos Específicos de Física Moderna e Contemporânea

- Conceituar radiações eletromagnéticas e localizá-las no espectro eletromagnético.
- Relacionar a potência irradiada por um corpo com a temperatura superficial do mesmo.
- Associar a frequência da radiação emitida com maior intensidade à temperatura do corpo.
- Reconhecer o comportamento dual das radiações eletromagnéticas.
- Descrever o modelo atômico de Bohr.
- Associar as linhas espectrais emitidas pelos átomos aos saltos quânticos dos elétrons.
- Diferenciar espectros de emissão e de absorção de átomos.

3.6.2 A Estrutura da Proposta Didática

A proposta didática que apresentaremos a seguir foi proposta baseada nos 3MP, visando utilizar a Astronomia como ponto de partida para o estudo de alguns tópicos da Física Moderna e Contemporânea (FMC) e a assimilação de conceitos básicos de Astronomia sobre a estrutura e composição do universo, os exoplanetas e as estrelas.

Visando contemplar os objetivos, já citados no tópico anterior, propostos para a proposta didática utilizando a dinâmica dos 3MP, estruturamos cinco atividades para serem aplicadas:

- I Exoplanetas;
- II A Estrutura e Composição do Universo;
- III As Estrelas:
- IV Júri Simulado: as contribuições da ciência e o seu papel na sociedade;
- V Espectroscopia e a estrutura da matéria.

A atividade I, denominada Exoplanetas, aborda temas associados a formação e composição desses objetos celestes, a localização dos mesmos no universo, a maneira como as informações relativas aos mesmos são obtidas aqui na Terra e, principalmente, como essas informações podem revelar os detalhes de suas estruturas e constituição. Esse tema foi o ponto de partida escolhido para problematizar os assuntos referentes as radiações eletromagnéticas.

A atividade II, denominada a estrutura e composição do universo, aborda assuntos referentes a nossa localização no universo, as estruturas que o compõe, os constituintes das galáxias e sistemas planetários e a diferenciação entre o extra e o intragaláctico, tomando como referência a Via Láctea. Utilizamos esse tema para dialogarmos sobre os vários constituintes do espectro eletromagnético, sobre as distâncias astronômicas e as dimensões das diversas estruturas formadoras do cosmos.

A atividade III, as estrelas, foi proposta com o intuito de abordar a formação e constituição das estrelas, suas temperaturas superficiais, seus espectros de emissão e a evolução estelar, além de provocar a problematização e o diálogo a respeito da emissão de radiação por um corpo negro, levando ao estudo da Lei de Wien e Stefan-Boltzmann.

A atividade IV, proposta a partir da simulação de um júri, foi elaborada baseada nos diálogos realizados nas etapas anteriores quando se deu o questionamento de alguns estudantes sobre a necessidade de se investir recursos para pesquisas em Astronomia, Astrofísica e Astronáutica. A forma proposta para a realização da atividade foi pensada, principalmente, por estimular o diálogo entre os educandos e proporcionar uma busca pelos conhecimentos a respeito do assunto abordado, levando o grupo a assumir uma

postura proativa e investigativa. Essa atividade foi inspirada em trabalhos bemsucedidos anteriormente tais como podemos observar em Leite (2006) e Ferreira (2013).

A atividade V, intitulada espectroscopia e a estrutura da matéria, foi desenvolvida buscando inter-relacionar os conteúdos de FMC associados aos aspectos históricos da evolução do modelo atômico, a quantização do átomo, a emissão e absorção de radiação e os devidos espectros, com as técnicas utilizadas para análise das informações provenientes dos astros celestes. Essa atividade permitiu fazer o fechamento dos assuntos referentes a FMC e associálos ao questionamento que perpassou por todas as etapas do desenvolvimento do trabalho realizado: como é possível conhecer a composição de uma estrela ou de um exoplaneta aqui da Terra?

No Quadro 3.1, a seguir, é apresentada uma síntese da proposta didática aplicada, seu cronograma de aulas, atividades desenvolvidas, objetivos específicos e conteúdos abordados em cada etapa. As aulas utilizadas durante a realização da pesquisa tinham duração de 50min, alguns encontros aconteciam durante uma aula, outros duravam duas aulas, como indicado no quadro.

Cronograma das atividades aplicadas

Aulas	Atividades Desenvolvidas	Objetivos	Conteúdos Abordados
1	Apresentação do programa da disciplina.Apresentação do projeto de pesquisa.	Apresentar o projeto de pesquisa.	
2	 Aplicação do questionário inicial. Apresentação do filme Wanderers (WERNQUIST, 2014) Problematização inicial (PI): O que são exoplanetas? Seria possível existir vida em um exoplaneta? Como seria possível descobrir isso? Como é possível conhecer a composição de uma estrela ou de um exoplaneta aqui da Terra? O que você entende por espectro eletromagnético? Por que o arco-íris é formado por várias cores? 	Problematizar a respeito da natureza dos exoplanetas, as radiações eletromagnéticas e a estrutura da matéria.	

3	>	americanos detectam água na atmosfera de exoplaneta.	Organização do conhecimento (OC).	Astronomia:
		 (AC) Retomada das questões iniciais. O que são exoplanetas? O que você entende por espectro eletromagnético? Seria possível existir vida em um exoplaneta? Você acredita nessa possibilidade? Por que o arco-íris é formado por várias cores? 	Aplicação do conhecimento (AC)	 Exoplanetas A estrutura do Universo FMC: Espectro Eletro- magnético
4		 (PI) Problematização Inicial: Os exoplanetas estão dentro ou fora de nossa galáxia? Atividade: Representação livre do universo em que vivemos através de desenhos ou textos. 	Problematizar a respeito da estrutura do universo em que vivemos.	
_		Apresentação do filme The Known Universe (HOFFMAN; EMMART, 2009).	Organização do conhecimento (OC).	Astronomia:
5		Retomada da questão inicial. - Os exoplanetas estão dentro ou fora de nossa galáxia?	Aplicação do conhecimento (AC).	- Estrutura do Universo
		Problematização Inicial: - O que é uma estrela? Como podemos saber a sua temperatura aqui da Terra?	Problematizar a respeito da formação das estrelas.	Astronomia: - Formação de estrelas. FMC:
6 e 7	>	Aula expositiva sobre a formação de estrelas usando o projetor de multimídia. Leitura e discussão do texto sobre a radiação térmica e o corpo negro, modelo quântico para as radiações eletromagnéticas e a dualidade da luz.	Organização do conhecimento (OC).	 Radiação de corpo negro. A natureza quântica das radiações eletromagnéticas
8	A	Resolução de exercícios propostos.	Organização do conhecimento (OC).	FMC: - Radiação de corpo negro A natureza quântica das radiações eletromagnéticas.

9 e 10	 Retomada da questão inicial. Leitura e discussão do texto: Luminosidade e Fluxo. 	Aplicação do conhecimento (AC).	Astronomia: - Formação de estrelas. FMC: - Radiação de corpo negro A natureza quântica das radiações eletromagné- ticas
11	 Resolução dos exercícios propostos no texto Luminosidade e Fluxo. 	Aplicação do conhecimento (AC).	Astronomia: - Formação de estrelas. FMC: - Radiação de corpo negro A natureza quântica das radiações eletromagné- ticas
12 e 13	Júri simulado: As nações devem investir em pesquisas científicas relacionadas ao estudo do entendimento do universo e a exploração espacial?	Problematizar a respeito das contribuições da ciência e o seu papel na sociedade. OC e AC dos conteúdos pesquisados durante a semana que precedeu o júri.	História da ciência. Exercício da dialogicidade, respeito e criticidade.
14	 Problematização Inicial: Como é possível conhecer a composição de uma estrela ou de um exoplaneta aqui da Terra? Proposta de atividade de pesquisa a partir de algumas perguntas iniciais a respeito da estrutura da matéria. Leitura dos textos de apoio. 	Problematizar a respeito da estrutura da matéria e como podemos estudá- la. Organização do conhecimento (OC).	Astronomia: - Leis de Kirchhoff Espectroscopia
15 e 16	 Apresentação dos trabalhos de pesquisa propostos para responder as seguintes questões propostas: Como era o modelo atômico de Thomson? Qual foi a proposta de Rutherford para o átomo? Como Bohr resolveu os problemas do modelo de Rutherford? Quando os elétrons emitem os fótons? Como podemos calcular a energia desses fótons emitidos? 	Organização do conhecimento (OC).	FMC: - Modelo atômico de Bohr.

		0 0	1	
		3. O que são as séries espectrais de		
		Balmer, Lyman e Paschen?		
		4. Quais são as outras causas para a		
		transição eletrônica além da		
		incidência de radiações		
		eletromagnéticas na matéria?		
		Como podemos estudar o espectro		
		eletromagnético? Existe alguma		
		aplicação no nosso cotidiano?		
		Como se formam o espectro		
		contínuo, o espectro de emissão e o		
		de absorção? Como distinguir cada		
		um deles?	_	
17		Apresentação dos trabalhos de pesquisa		
17		propostos (continuação)		
		Aula expositiva fazendo uma síntese dos		
18 e 19		assuntos discutidos nas apresentações		
10 0 13		dos trabalhos.		
	\triangleright	Resolução de exercícios propostos.		
20	\triangleright	Visita ao Laboratório de Física Moderna		
20		da escola.		
	\triangleright	Retomada da questão inicial:	Aplicação do	
		 Como é possível conhecer a 	conhecimento	
21 e 22		composição de uma estrela ou de um	(AC).	
		exoplaneta aqui da Terra?	(AC).	
	\triangleright	Aplicação do questionário final.		
23 e 24	>	Avaliação Formal.		

Quadro 3.1. Síntese da proposta didática aplicada.

3.7 Aplicação da Proposta Didática

Descrevemos nesta seção a proposta dos 16 encontros, totalizando 24 aulas de 50 minutos cada, disponibilizadas para a intervenção bem como os procedimentos adotados em cada momento.

Os encontros para a aplicação da proposta didática se iniciaram no dia 21 de agosto de 2015, com a apresentação da proposta e a aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e se encerraram no dia 16 de outubro de 2015, com a aplicação da avaliação formal. No primeiro encontro, apresentamos aos alunos os procedimentos metodológicos e os objetivos da pesquisa que seria desenvolvida, explicando como seria a participação dos mesmos, como sujeitos da pesquisa. Como forma de respeitar as normas éticas de pesquisa, foi aplicado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A), que elaboramos para esclarecimento e consentimento dos participantes desse estudo. Todos

concordaram em participar da pesquisa, os educandos maiores de idade leram, assinaram e entregaram o termo na própria aula e os estudantes menores de idade foram instruídos a ler e levarem para casa para seus pais ficarem cientes e autorizarem a participação na pesquisa através da assinatura no termo de Consentimento Livre e Esclarecido. No encontro seguinte foram recolhidos os termos dos alunos que levaram para os pais assinarem.

3.7.1 Atividade I: Exoplanetas

Iniciamos essa atividade questionando a respeito do que são exoplanetas, sobre a possibilidade da existência de vida em um desses astros e como obtemos informações a respeito deles. Em um primeiro momento, a grande maioria dos educandos não sabia responder nada a respeito dos exoplanetas, alguns não tinham nem noção sobre do que se tratava. Dialogamos por alguns minutos com o intuito de percebermos quais as concepções iniciais dos educandos a respeito do assunto tradado. Através desse diálogo percebemos que alguns alunos recorreram a etimologia da palavra na tentativa buscar uma resposta para a pergunta formulada. Também notamos que a falta de informação a respeito da constituição do universo os levava a considerar os exoplanetas observados como um astro extragaláctico.



Figura 3.1. Tela inicial do filme Wanderers, um curta-metragem de Erik Wernquist, usado na problematização inicial (PI). Acessado em:

https://www.youtube.com/watch?v=ZY114PT19Rw

Para fornecer subsídios para a discussão apresentamos o vídeo Wanderers (WERNQUIST, 2014) que mostra as concepções artísticas sobre a possibilidade de colonização de planetas a partir de locais reais já pesquisados em nosso sistema solar. Essa foi a etapa da Problematização Inicial (PI). Encerramos essa aula com a indicação da leitura de um texto sobre as radiações eletromagnéticas no livro texto referência adotado para o presente ano letivo, páginas 262 e 263 do livro Física 3: Eletricidade, Física Moderna, Análise Dimensional; dos autores Gualter, Newton e Helou (BISCUOLA, 2013).

No segundo encontro dessa atividade, que se deu em uma outra aula, com a finalidade de aprofundar o conhecimento necessário para responder às questões propostas na Problematização Inicial (PI), a sala foi dividida em pequenos grupos, para motivar os diálogos e as trocas de significados entre os educandos. Um texto jornalístico de divulgação científica a respeito da descoberta de água na superfície de um exoplaneta: "Cientistas americanos detectam água na atmosfera de exoplaneta" (acessado http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2014/09/cientistas-americanosdetectam-agua-na-atmosfera-de-exoplaneta.html) foi distribuído aos alunos. Após os alunos realizarem as leituras e questionamentos nos pequenos grupos, um aluno realizou uma leitura do texto em voz alta para todos da sala, e uma discussão envolvendo todo grupo, a respeito do assunto tratado no texto e dos questionamentos prévios, foi iniciada. Em seguida, dialogarmos a respeito dos conhecimentos necessários para respondermos as questões propostas, os educandos perceberam que precisavam saber mais informações a respeito das radiações que compõem o espectro eletromagnético. Uma explanação foi realizada para a turma a respeito das radiações do assunto. Utilizamos o recurso multimídia com a projeção de imagens. Nesse momento também abordamos os conceitos a respeito dos exoplanetas e suas formas de observação. Durante a abordagem sobre o espectro eletromagnético questionamos a respeito de algumas aplicações das radiações eletromagnéticas presentes no nosso cotidiano, tais como: a utilização nas comunicações e em equipamentos médicos; radiações nocivas a nossa saúde e radiações emitidas por alguns astros celestes e detectados por equipamentos aqui no nosso planeta. Encerramos assim a etapa de Organização do Conhecimento (OC).

Encerrada a explanação sobre as radiações eletromagnéticas e suas aplicações, retornamos às questões iniciais com a finalidade de aplicar o conhecimento sistematizado no momento anterior e apresentar outras questões para provocar novas situações em que o educando pudesse aplicar esses conhecimentos. Uma questão problematizada apresentada estava associada a natureza dos arco-íris, fenômeno presente no cotidiano do educando e que remete a ideia das diferentes frequências do espectro eletromagnético. Outro ponto problematizado foi a questão das radiações envolvidas no efeito estufa e as radiações ionizantes nocivas ao ser humano. Findada a discussão encerramos a etapa da Aplicação do Conhecimento (AC).

A seguir, apresentamos no quadro 3.2 a organização da aplicação da proposta didática sugerida nessa atividade. Vale ressaltar que ao realizarmos uma abordagem problematizadora e dialógica evidenciando os saberes prévios dos nossos educandos, temos que ser capazes de rever e reinventar o nosso planejamento a todo instante para contemplar as questões que surgem durante os momentos de discussão e que acabam motivando os alunos a buscarem os novos conhecimentos.

ETAPA DOS 3MP	ATIVIDADE	OBJETIVO	DURAÇÃO
PI	 Problematização inicial (PI): Apresentação do filme Wanderers. O que são exoplanetas? Seria possível existir vida em um exoplaneta? Como seria possível descobrir isso? Você acredita nessa possibilidade? Como é possível conhecer a composição de uma estrela ou de um exoplaneta aqui da Terra? O que você entende por espectro eletromagnético? 	Problematizar a respeito da natureza dos exoplanetas, as radiações eletromagnéticas e a estrutura da matéria.	50min

	- Por que o arco-íris é formado		
	por várias cores?		
	Leitura do Texto: Cientistas	Abordar os	
	americanos detectam água	seguintes	
	na atmosfera de exoplaneta.	conteúdos:	
	Aula expositiva sobre o		
	espectro eletromagnético	Astronomia:	
OC	utilizando o projetor de	- Exoplanetas	30min
	multimídia.	- A estrutura do	3011111
		Universo	
		FMC:	
		- Espectro	
		Eletromagnético	
	Retomada das questões	Aplicar o	
AC	iniciais.	conhecimento	20min
Α0		contemplado no	20111111
		momento anterior.	

Quadro 3.2. Síntese das atividades realizadas na atividade I – Exoplanetas.

3.7.2 Atividade II: A Estrutura e Composição do Universo

Iniciamos essa atividade problematizando a respeito da estrutura e composição do universo. Para isso, utilizamos alguns conhecimentos já abordados na atividade anterior a respeito dos exoplanetas para problematizarmos no momento inicial. Foi levantada a questão a respeito da posição dos exoplanetas no universo através do seguinte questionamento: os exoplanetas estão dentro ou fora de nossa galáxia? Para completar esse momento, e evidenciar os conhecimentos prévios dos educandos, pedimos uma representação livre, através da elaboração de um texto, ou um desenho, ou até mesmo um mapa mental, sobre o que o educando conhecia a respeito da constituição do nosso universo. Essa atividade, foi realizada individualmente e, em seguida, foi compartilhada com o grande grupo (PI).

A partir das observações realizadas no primeiro momento, isso já em um segundo encontro dessa atividade, o problematizamos a respeito da estrutura do

nosso sistema solar através de questões envolvendo a possibilidade de habitarmos outros planetas do nosso sistema, e o que levou Plutão a ser reclassificado como planeta anão. Em seguida, foi apresentado o filme The Known Universe (HOFFMAN; EMMART, 2009), uma obra do acervo do Museu Americano de História Natural, que apresenta a estrutura do nosso universo observável. O filme foi apresentado em dois momentos: o primeiro momento de maneira contínua, para que o educando tivesse uma visão completa da produção, e num segundo momento realizando paradas em alguns trechos específicos para ser levantado alguns questionamentos que pudessem levar o educando a ter uma visão completa da estrutura do universo. Várias outras questões foram abordadas, tais como o plano de translação dos planetas ao redor do Sol, os movimentos observados nos astros celestes, as dimensões do sistema solar, das galáxias e do universo observado, a representação do universo visível e a interferência do plano galáctico na observação de astros contidos nesse plano, a possibilidade de vida extraterrestre e a possibilidade, ou impossibilidade, de mantermos contato com essas formas de vida usando a tecnologia atual disponível (OC). O uso do filme nesse momento foi importante para evidenciar os conceitos de espacialidade dos educandos, pois eles puderam observar como os corpos celestes estavam distribuídos pelo espaço e tiveram uma melhor noção da posição desses corpos na formação do sistema planetário, das galáxias e a distribuição dessas galáxias no universo.



Figura 3.2. Cena do filme The Known Universe, uma obra do acervo do Museu Americano de História Natural, usado na organização do conhecimento (OC).

Ao final, retomamos a questão inicial para promover a aplicação do conhecimento sistematizado no momento anterior e apresentamos outras questões com a finalidade de provocarmos novas situações em que o educando pudesse articular esses conhecimentos. Levantamos questões a respeito da

possibilidade de um dia explorarmos planetas, exoplanetas ou até mesmo outras galáxias, e a necessidade de desenvolvermos novas tecnologias para esse fim. Também problematizamos a respeito das questões relacionadas às distâncias e a energia necessária para a realização desses deslocamentos. Baseado no diálogo durante esse momento, me pareceu que ficou bem claro para o grande grupo da sala que os dados que obtemos sobre os exoplanetas se referem a corpos que integram a nossa galáxia, devido as grandes distâncias até outras galáxias dificultarem a obtenção da informação desses corpos celestes. Não realizamos outras atividades na fase de Aplicação do Conhecimento devido ao tempo de discussão exceder o que estávamos prevendo, mas poderíamos indicar algumas proposta para esse momento, por exemplo, a produção de um texto narrativo relatando uma viagem espacial para fora da nossa galáxia, ou uma retomada da atividade realizada na primeira etapa, durante a problematização inicial, na perspectiva do educando reavaliar os seus erros e completar, a partir dos novos conhecimentos adquiridos, o seu texto, desenho, ou mapa mental (AC).

A seguir apresentamos no quadro 3.3 a organização da aplicação da proposta didática proposta nessa atividade.

ETAPA DOS 3MP	ATIVIDADE	OBJETIVO	DURAÇÃO (min)
PI	 Problematização Inicial: Os exoplanetas estão dentro ou fora de nossa galáxia? Atividade: Representação livre do universo em que vivemos através de desenhos ou textos. 	Problematizar a respeito da estrutura e os principais componentes do universo em que vivemos.	50min
OC	Apresentação do filme The Known Universe.	Promover uma discussão sobre a estrutura e os principais componentes do universo	20min
AC	 Retomada da questão inicial. Refazer a atividade sobre a representação livre do universo em que vivemos através de desenhos ou textos. 	Aplicar o conhecimento contemplado no momento anterior.	30min

Quadro 3.3. Organização das atividades proposta na atividade II – A
 Cosmologia do Universo.

3.7.3 Atividade III: As Estrelas

Essa atividade sucedeu as duas outras atividades apresentadas nessa proposta didática, mas poderíamos ter aplicado as atividades em uma outra ordem, com algumas pequenas adaptações, para problematizar tópicos de Astronomia associados ao estudo de Física Moderna e Contemporânea. O estudo iniciou com a problematização a respeito da natureza de formação de uma estrela, sobre como podemos saber aqui da Terra algumas informações a respeito da sua temperatura superficial e sua coloração. Para auxiliar nesse momento, projetamos na tela imagens de aglomerados de estrelas, para evidenciar as diferentes colorações observadas, imagens do Sol em diferentes faixas espectrais, e diferentes estrelas já observadas e estudadas, para efeito de comparação com o Sol. Levantamos questões sobre a possibilidade de observarmos diretamente a olho nu as estrelas coloridas como as apresentadas nas imagens projetadas (PI).

Logo após a problematização inicial, sistematizamos o conhecimento necessário para buscar as respostas levantadas no momento anterior. Primeiramente, fizemos uma explanação utilizando a exposição de imagens, sobre o modelo cientificamente aceito a respeito da formação das estrelas e, como consequência, formação dos sistemas planetários. Durante esse momento vários questionamentos foram levantados, tais como: a ação da força gravitacional entre os constituintes da nebulosa inicial, o processo de geração de energia no interior das estrelas e a localização dos planetas rochosos e dos gasosos. Foi observada, a partir dos questionamentos iniciais dos estudantes e orientação do professor, a necessidade de relacionarmos a radiação eletromagnética com as cores e a temperatura superficial das estrelas. Para dialogarmos a respeito desse assunto, utilizamos o exemplo das cores que podemos observar na chama da queima de um gás em um fogão e as regiões de maior e menor temperatura nessa chama. Isso nos levou a introduzir os conteúdos referentes a radiação de corpo negro e a associação com a temperatura, a frequência e a intensidade da radiação emitida, também conduzimos os educandos ao conceito de quantização da radiação eletromagnética, partindo da ideia inicial de Planck para contornar o problema

da catástrofe do ultravioleta. Utilizamos um texto sobre o referido assunto, contido no livro texto adotado, páginas 264 a 267 do livro Física 3: Eletricidade, Física Moderna, Análise Dimensional; dos autores Gualter, Newton e Helou (BISCUOLA, 2013), para que os educandos pudessem ler e discutir a respeito do conteúdo necessário ao entendimento. O momento de leitura e discussões foi organizado em duplas, para motivar o diálogo e permitir que as dúvidas pudessem ser compartilhadas ou até mesmo sanadas entre eles, ou seja, para haver trocas e negociações de significados. Posteriormente, essas conclusões foram levadas para a discussão no grande grupo. Ainda nessa etapa, com a finalidade de promover uma melhor organização desses conhecimentos, foi proposta a resolução de exercícios, que ficou como atividade de casa devido ao encerramento da aula.

No início do segundo encontro dessa atividade, esclarecemos as dúvidas sobre os exercícios propostos, livro texto, página 274 (BISCUOLA, 2013). Nesse momento fomos discutindo a solução de cada exercício e, quando surgia alguma dúvida, parávamos e algum aluno se candidatava espontaneamente a apresentar a sua solução no quadro para o restante da sala. Ao finalizarmos a correção dos exercícios, fizemos uma breve síntese do assunto tratado e discutimos os temas associados a Lei de Wien e Stefan-Boltzmann com a utilização do simulador computacional Blackbody Spectrum (espectro de corpo negro), produzido pelo programa Phet – Interactive Simulations da Universidade de Chicago, US (httml). Encerramos assim a etapa da Organização do Conhecimento (OC).

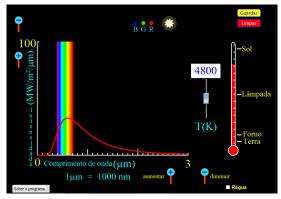


Figura 3.3. Simulador computacional Blackbody Spectrum (espectro de corpo negro), produzido pelo programa Phet – Interactive Simulations da Universidade de Chicago – US.

Nos dois encontros seguintes, para completar a terceira etapa dos momentos pedagógicos, a Aplicação do Conhecimento (AC), trabalhamos o texto "Luminosidade e Fluxo", extraído da publicação "As ferramentas do Astrônomo" (Cid Fernandes, Kanaan, Gomes) que apresenta o conteúdo abordado nessa atividade no contexto da Astronomia. Esse momento durou mais do que prevíamos, pois os alunos apresentaram uma certa dificuldade na aplicação dos conhecimentos envolvidos. Uma alternativa que se mostrou eficaz, foi dividir a sala em pequenos grupos. Os educandos que estavam mais seguros sobre o assunto foram compartilhando os seus conhecimentos com os educandos que apresentavam alguma dificuldade. Esse momento foi, a meu ver, muito produtivo e proporcionou um grande diálogo entre os alunos. Procuramos também, retomar as questões iniciais para completar esse momento (AC).

A seguir apresentamos no quadro 3.4 a organização da aplicação da proposta didática sugerida nessa atividade.

ETAPA DOS 3MP	ATIVIDADE	OBJETIVO	DURAÇÃO (min)
PI	Problematização Inicial: - O que é uma estrela? Como podemos saber a sua temperatura?	Problematizar a respeito da formação das estrelas e a necessidade de entendermos um pouco mais sobre as radiações eletromagnéticas	20min
OC	 Aula expositiva sobre a formação de estrelas usando o projetor de multimídia. Leitura e discussão do texto sobre a radiação térmica e o corpo negro, modelo quântico para as radiações eletromagnéticas e a dualidade da luz. Resolução de Exercícios propostos 	Abordar os seguintes conteúdos: Astronomia: - Formação de estrelas. FMC: - Radiação de corpo negro A natureza quântica das radiações eletromagnéticas	120min
AC	Leitura e discussão do texto: Luminosidade e Fluxo.	Sistematizar os conceitos sobre formação de estrelas, radiação	100min

de corpo negro e	
natureza quântica	
das radiações	
eletromagnéticas	

Quadro 3.4. Organização das atividades proposta na atividade III – As Estrelas.

3.7.4 Atividade IV: Júri Simulado – As Contribuições da Ciência e o seu Papel na Sociedade

Nessa atividade propomos e apresentamos aos educandos, com dez dias de antecedência, um júri simulado com o intuito de ressaltar nos mesmos a importância das contribuições das pesquisas em Astronomia para a sociedade contemporânea. A proposta foi iniciada a partir da problematização do tema, lançando mão do seguinte questionamento: as nações devem investir em pesquisas científicas relacionadas ao estudo do entendimento do universo e a exploração espacial? Essa atividade foi planejada com esse tempo de antecedência, dez dias, para que os próprios educandos buscassem na comunidade docente e discente escolar, nas pessoas do seu convívio familiar e nas pesquisas realizadas em revistas, livros e fontes virtuais disponíveis, os argumentos para serem utilizados na realização do júri simulado. Nesse caso, destacamos que os educandos foram motivados a compartilhar esses conhecimentos com os outros integrantes do grupo que foi formado no momento que a atividade foi apresentada. Os alunos da turma foram separados em dois grandes grupos: um que seria responsável por defender um posicionamento em prol do investimento de recursos nas pesquisas voltadas a exploração espacial e ao estudo do universo, e outro que iria se opor a destinação desses recursos, tendo em vista, que essas verbas poderiam contribuir diretamente para a solução de problemas de necessidades básicas da humanidade.

O mais interessante nesse momento inicial foi o posicionamento de alguns participantes na divisão dos grupos. Eles tomavam a iniciativa de se inserir no grupo que iria defender a posição oposta a sua opinião atual, na tentativa de buscar argumentos para levá-los a um novo posicionamento após o debate ou reforçar a opinião que eles já compartilhavam. Mesmo diante desse fato, foi unânime o esforço dos educandos em buscar informações para contribuir com a

construção das argumentações necessárias a defesa da posição que lhes foi proposta (PI).

No momento do debate, um grupo defendeu a aplicação de recursos nas pesquisas e o outro se colocou contra. Formamos o júri junto com dois professores convidados a participarem da atividade, o professor Francisco Paiva, efetivo da rede estadual de ensino, e o professor Marcelo Esteves, efetivo do Ifes - campus Cariacica. O professor Francisco ficou incumbido de dar o parecer final no encerramento da atividade. Antes de iniciarmos o debate todas as regras foram expostas através de uma apresentação no formato de slides. As regras do debate encontram-se anexadas no final desse trabalho, Apêndice B. Inicialmente foram propostos 10 minutos para que os integrantes de cada grupo pudessem dialogar entre si buscando sintetizar os argumentos que seriam defendidos. Após esse momento, iniciou-se o debate propondo que um dos grupos apresentasse o argumento em defesa do seu ponto de vista. Em seguida, a palavra foi passada para que o outro grupo apresentasse o contra-argumento. Por fim, foi dado a cada grupo o direito de lançar questionamentos para o outro grupo responder, com o número de questionamentos definido pelo período disponível para a execução da atividade. Esses questionamentos foram realizados de maneira alternada, sendo que o grupo que perguntou primeiro, foi depois questionado, e assim por diante. Os grupos só puderam afirmar sobre o que está sendo discutido, não fugindo ao assunto da atividade. Ao final, o júri se reuniu e então foi passado para a turma o parecer final a respeito do ganhador do debate. O grupo que defendeu o não investimento de recursos nesse tipo de pesquisa acabou vencendo a atividade proposta (OC). A atividade se desenvolveu em um período de 100min.

Esse resultado do júri não significa que a turma concordava com essa opinião, ao contrário, a grande maioria achava necessário o investimento de recursos em tecnologia e pesquisas, principalmente depois que as investigações realizadas pelos alunos antes da atividade acontecer os levaram a concluir que o percentual investido em pesquisas nessas áreas é muito pequeno comparado ao montante de recursos que é investido em pesquisas de diversas áreas nos países desenvolvidos. O resultado final refletiu a boa articulação do conhecimento adquirido antes da atividade pelo grupo ganhador do debate, focando as suas argumentações em prol da destinação dos recursos voltados

para as áreas sociais, levantando questões a respeito da destinação de mais verbas dos países ricos para ajuda humanitária nos países mais pobres.





Figura 3.4: Reunião dos grupos para dialogar a respeito da argumentação inicial durante a atividade do júri simulado.

Um ponto importante que podemos destacar na realização dessa atividade foi o clima de respeito e organização que permeou todo o debate, isso se refletiu na fala dos educandos quando realizaram a atividade final proposta.

Para finalizar e aplicar os conhecimentos adquiridos na atividade do júri simulado, pedimos que os estudantes produzissem um texto dissertativo a respeito do tema abordado, expondo as suas ideias sobre os assuntos discutidos e argumentando a partir dos conhecimentos adquiridos na atividade.

A seguir apresentamos no quadro 3.5 a organização sugerida para a aplicação da proposta didática sugerida nessa atividade.

ETAPA DOS 3MP PI	ATIVIDADE As nações devem investir em pesquisas científicas relacionadas ao estudo do entendimento do universo e a exploração espacial?	OBJETIVO Problematizar a respeito das contribuições da ciência e o seu papel na sociedade.	DURAÇÃO (min) Atividade proposta previamente.
OC	Júri simulado: As nações devem investir em pesquisas científicas relacionadas ao estudo do entendimento do	OC e AC dos conteúdos pesquisados durante a semana	100min

	universo e a exploração espacial?	que precedeu o júri.	
AC	Elaboração de um texto dissertando sobre o tema debatido.	Aplicação dos conhecimentos compartilhados no momento anterior.	Atividade desenvolvida tarefa de casa

Quadro 3.5. Organização das atividades proposta na atividade IV – Júri Simulado.

3.7.5 Atividade V: Espectroscopia e A Estrutura da Matéria

Nessa atividade instigamos o educando a questionar a respeito da estrutura da matéria e as suas aplicações na Astronomia e em outras áreas do conhecimento. Iniciamos a atividade problematizando a respeito de como é possível conhecer a composição de uma estrela ou de um exoplaneta aqui da Terra. Observe que questionamento esteve presente nas três primeiras atividades esse desenvolvidas, nessa atividade poderemos apenas responder esse questionamento de maneira mais completa. Nesse primeiro momento procuramos, de forma dialógica, resgatar os conhecimentos que já foram abordados nas atividades anteriores. Algumas questões envolvendo situações presenciadas pelos educandos em filmes e séries de TV, foram usadas para complementar esse momento. As situações que envolvem a determinação, por parte de um cientista forense, da composição química de um certo material a partir de uma amostra, situação está muito comum de aparecer em filmes e séries de investigação criminal, foi usada (PI). Para complementar esse momento, havia sido planejado a utilização de um texto sobre a composição química de estrelas, planetas ou exoplanetas já descobertos; "Uma olhada noutros planetas", de Salvador Nogueira, que pode ser encontrado no site do mensageiro sideral no endereço eletrônico:

(http://mensageirosideral.blogfolha.uol.com.br/2015/01/13/uma-olhada-noutros-planetas/). Optamos em não realizar essa atividade, ficou apenas a sugestão no produto final que se encontra no Apêndice G, devido ao tempo de aplicação da proposta didática ter se estendido mais do que o previsto.

Em um segundo momento, visando fornecer elementos para a compreensão das situações apresentadas na problematização inicial, propomos

algumas questões com o intuito de motivar os alunos na busca pelos conhecimentos necessários para o entendimento dos modelos científicos vigentes associados a esses fenômenos. Apresentadas as questões, que se encontram na tabela 3.5, dividimos a sala em pequenos grupos que primeiramente foram instruídos a realizarem uma leitura inicial para posterior discussão entre os componentes do grupo. O texto utilizado foi do livro didático adotado, páginas 275 a 281 (BISCUOLA, 2013). Foi proposto que cada grupo desenvolvesse uma apresentação para a turma, com o intuito de esclarecer as questões propostas.

No segundo e no terceiro encontros dessa atividade, os alunos apresentaram os resultados de suas investigações a respeito das questões propostas. As apresentações aconteceram de maneira dialógica, com a participação de muitos educandos questionando a respeito de suas dúvidas. Foram utilizados muitos recursos para abordar os assuntos. Podemos destacar dois grupos: o que abordou o assunto relacionado aos modelos atômicos, eles apresentaram um documentário que ilustrava o experimento de espalhamento realizado por Rutheford que culminou na proposta do modelo atômico planetário, e o grupo que abordou o tema relacionado a espectroscopia, que apresentou diversos tipos de espectroscopia: óptica, RNA, infravermelho, inclusive apresentando o trecho de um documentário sobre o assunto. A atividade se mostrou bastante enriquecedora.

No quarto encontro, fizemos uma síntese dos trabalhos apresentados, abordando com mais detalhes o modelo atômico de Bohr e as linhas de emissão e absorção observadas nos espectros emitidos por alguns corpos e resolvemos os exercícios propostos para o assunto em questão. Novamente, no momento de resolução dos exercícios, dividimos a sala em pequenos grupos para que eles dialogassem entre eles para sanar as possíveis dúvidas, em seguida, as dúvidas que ainda persistiam foram levadas ao grande grupo e alguns alunos, de maneira espontânea, se dirigiram ao quadro para realizar a explicação. Assim, encerramos a etapa de Organização do Conhecimento (OC).

No último momento pedagógico dessa atividade, que se iniciou no quinto encontro, realizamos uma visita ao Laboratório de Física Moderna da própria escola, onde realizamos uma série de quatro experimentos demonstrativos. O Ifes – campus Cariacica, possui cursos de licenciatura e bacharelado em Física,

por isso conta com diversos laboratórios usados tanto pelos alunos do curso superior, quanto pelos alunos do Ensino Médio.



Figura 3.5: Experimento utilizando uma rede de difração durante a atividade no laboratório de Física Moderna

Durante a primeira atividade experimental, com o uso de uma rede de difração, realizamos a observação do espectro de emissão de lâmpadas de vapor de mercúrio, hélio e sódio. Aproveitamos o experimento para problematizar a respeito das diferenças entre as linhas espectrais observadas e os motivos para essa diferença.

No segundo experimento, utilizamos um interferômetro para demonstrar os fenômenos da difração e interferência das ondas eletromagnéticas. No terceiro experimento realizado, sobre a difração de elétrons, abordamos a dualidade onda-partícula para a radiação eletromagnética e para o elétron. No início do experimento produzimos a figura de difração e questionamos os educandos sobre aquele fenômeno ser de natureza ondulatória, em seguida aproximamos um ímã do feixe de raios catódicos, que a princípio eles acreditavam se tratar de uma radiação eletromagnética, e o feixe se deslocou da posição. Nesse momento perguntamos sobre o que poderia ser aquilo, já que a radiação eletromagnética, como visto no experimento do interferômetro, não deveria apresentar aquele comportamento na presença de um campo magnético. Após alguns diálogos eles chegaram à conclusão que aquele feixe não se tratava de uma radiação eletromagnética, que aquele feixe deveria apresentar algum tipo de carga.

No quarto experimento, produzido para determinar a relação carga-massa dos elétrons, mostramos a influência do campo magnético na trajetória dessas partículas. Assim, pudemos relacionar o fenômeno de natureza ondulatória ocorrendo em um feixe de partículas elementares, enfatizando a natureza dual dos elétrons.

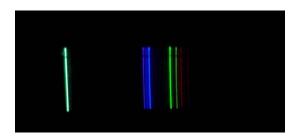


Figura 3.6: Linhas espectrais obtidas no laboratório de Física Moderna utilizando uma rede de difração durante a atividade de laboratório

No sexto encontro dessa atividade, finalizando essa etapa, retornamos à questão da problematização inicial para que os educandos pudessem aplicar os novos conhecimentos apreendidos (AC). Nesse mesmo encontro, aplicamos o questionário final abordando as mesmas questões do início das nossas atividades. No sétimo e último encontro, para encerrar a aplicação da nossa proposta didática, aplicamos uma avaliação formal, que foi realizada em duplas para estimular a dialogicidade entre os educandos, e teve um tempo de duração de 100min.

A seguir apresentamos no quadro 3.6 a organização sugerida para a aplicação da proposta didática sugerida nessa atividade.

ETAPA		ATIVIDADE	OBJETIVO	DURAÇÃO
DOS 3MP		ATIVIDADE	OBJETIVO	(min)
	>	Problematização Inicial:	Problematizar a	
		- Como é possível conhecer a	respeito da	
PI		composição de uma estrela	estrutura da	20min
FI		ou de um exoplaneta aqui da	matéria e como	20111111
		Terra?	podemos estudá-	
			la.	

	Þ	Proposta de atividade de	Abordar os	
		pesquisa a partir de algumas	seguintes	
		perguntas iniciais a respeito	conteúdos:	
		da estrutura da matéria.	conteudos.	30min
	1		Astronomia:	
		Leitura dos textos de apoio.	- Leis de Kirchhoff.	
	>	Apresentação dos trabalhos	- Espectroscopia	
		de pesquisa propostos para	EMC.	
		responder as seguintes	FMC: - Modelo atômico	
		questões propostas:		
		1. Como era o modelo	de Bohr.	
		atômico de Thomson?		
		Qual foi a proposta de		
		Rutherford para o		
		átomo? Como Bohr		
		resolveu os problemas		
		do modelo de		
OC		Rutherford?		
		2. Quando os elétrons		
		emitem os fótons? Como		
		podemos calcular a		120min
		energia desses fótons		
		emitidos?		
		3. O que são as séries		
		espectrais de Balmer,		
		Lyman e Paschen?		
		4. Quais são as outras		
		causas para a transição		
		eletrônica além da		
		incidência de radiações		
		eletromagnéticas na		
		matéria?		
		5. Como podemos estudar		
		o espectro		
		eletromagnético? Existe		
	<u> </u>		l	

	alguma aplicação no nosso cotidiano? 6. Como se formam o espectro contínuo, o espectro de emissão e o		
	de absorção? Como distinguir cada um deles?		
	 Aula expositiva fazendo uma síntese dos assuntos discutidos nas apresentações dos trabalhos. Resolução de exercícios propostos. 		100min
AC	 Atividade experimental sobre espectroscopia. Retomada da questão inicial: Como é possível conhecer a composição de uma estrela ou de um exoplaneta aqui da Terra? 	Aplicação dos conhecimentos compartilhados no momento anterior.	50min

Quadro 3.6. Organização das atividades proposta na atividade V – Espectroscopia e a estrutura da matéria.

4 Resultados e Análises

4.1 Análise das respostas a cada questão do Questionário Inicial e Final:

Os questionários inicial e final, que se encontram no Anexo D, são compostos pelas mesmas perguntas, cada um apresentando um total de 5 questionamentos, e tinham como objetivo geral: Questionário Inicial, avaliar os conhecimentos prévios dos educandos acerca dos conteúdos a serem abordados na proposta didática; Questionário Final, verificar se houve algum indício de aprendizagem após a aplicação da proposta didática.

Ao todo, 27 estudantes responderam esses questionários. As respostas das questões foram categorizadas utilizando a técnica da análise de conteúdo e os dados foram tabulados para permitirem uma melhor visualização do resultado e uma posterior análise.

4.1.1 Pergunta 1

01) O que é um exoplaneta?

Objetivo da questão: avaliar as concepções prévias dos educandos a respeito do conceito, associado à Astronomia, de exoplaneta.

4.1.1.1 Questionário Inicial

O Quadro 4.1 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 27 alunos que responderam a questão 1 no Questionário Inicial.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
Respostas que remetem ao conceito mais próximo do científico.	É um planeta fora do Sistema Solar	9	9

Respostas que foram construídas a partir da	É um planeta fora da Galáxia	4	
etimologia da palavra e	É um planeta de fora	1	6
apresentam um indício de conhecimento do modelo científico.	Planeta externo a um sistema planetário	1	0
	Não sei, ou não faço ideia, ou não respondeu	9	12
Respostas que estão distantes do conceito	Outros planetas desconhecidos ou inexplorados	1	
científico atualmente aceito	Planetas ao redor da Terra, inclusive os que estão fora do Sistema Solar	1	
	Planetas sem atmosferas	1	

Quadro 4.1. Categorização das respostas dos 27 estudantes que responderam a questão 1 do questionário inicial.

Ao analisarmos o Quadro 4.1, podemos notar que um grande número de alunos, 12 ao todo, não possuem conhecimentos a respeito do conceito básico de Exoplanetas. Alguns alunos apresentaram concepções ingênuas a respeito do assunto, tal como os aluno E9, E19 e E20:

Aluno E9: "Os planetas ao redor da Terra. Inclusive os que estão fora do sistema solar".

Aluno E19: "Não sei, mas talvez seja um planeta diferente do nosso".

Aluno E20: "Não sei. Imagino que seja qualquer planeta que não seja o nosso".

Outros alunos construíram as respostas baseadas na etimologia da palavra, muitas vezes demonstrando desconhecimento a respeito da escala do Universo, como é o caso do Aluno E3: "É um planeta fora da nossa galáxia".

Nove alunos apresentaram respostas que remetiam ao conhecimento científico atualmente aceito, provavelmente associados a conceitos construídos a partir de informações obtidas nos meios de divulgação científica.

4.1.1.2 Questionário Final

O Quadro 4.2 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 27 alunos que responderam à Questão 1 no Questionário Final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
	É um planeta fora do Sistema Solar	18	
Respostas que remetem ao conceito mais próximo do científico.	É um planeta que está fora do sistema solar ou fora da galáxia.	5	24
	Qualquer planeta em órbita de outra estrela que não seja o nosso sol.	1	
Respostas que foram construídas a partir da etimologia da palavra e apresentam um indício de conhecimento do modelo científico.	É um planeta fora da Galáxia	2	2

Quadro 4.2. Categorização das respostas dos 26 estudantes que responderam a questão 1 do questionário final.

Ao analisarmos o Quadro 4.2, podemos notar de imediato que não aparece nenhuma resposta na categoria "Respostas que estão distantes do conceito científico atualmente aceito", ou seja, 12 alunos já apresentaram respostas com um conhecimento científico mais evoluído. O número de estudantes que deram respostas mais próximas do conhecimento científico atualmente aceito passou de 9 para 24. Podemos observar que essa é uma evolução considerável, apresentando indícios que a atividade envolvendo Exoplanetas parece ter contribuído para uma aprendizagem dos conteúdos abordados. Ainda tivemos 2 alunos que parecem ter construído suas respostas baseadas na etimologia da palavra, o que já representa um avanço, pois esses alunos responderam não saber o que era um exoplaneta no questionário inicial. Notamos ainda que a atividade envolvendo a constituição do nosso Universo, elaborada para abordar alguns conceitos de espacialidade, parece ter contribuído para eliminar algumas respostas que não estavam associadas a dimensão do Universo, apenas 2 alunos continuaram definindo os exoplanetas como astros fora de nossa galáxia. Basicamente, nos parece que houve uma relevante contribuição da aplicação da proposta didática na construção do conhecimento desses alunos.

4.1.2 Pergunta 2

02) Como é possível conhecer a composição de uma estrela ou de um exoplaneta aqui da Terra?

Objetivo da questão: avaliar as concepções prévias dos educandos a respeito da obtenção das informações provenientes dos astros celestes e verificar se eles a associam com a radiação eletromagnética captada aqui na Terra.

4.1.2.1 Questionário Inicial

O Quadro 4.3 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 27 alunos que responderam a questão 2 no Questionário Inicial.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
Respostas que remetem ao conceito mais próximo do científico e apresentam alguma argumentação.	Citam as radiações eletromagnéticas o uso da espectroscopia e linhas espectrais diferentes para elementos químicos diferentes	1	1
Respostas que remetem ao conceito mais próximo do científico.	Pela análise de emissão das cores dos planetas.	6	10
	Através da análise do espectro eletromagnético.	4	10
	Não sei ou sem resposta.	11	
	Tentando coletar amostras por meio de sondas.	2	
Respostas que estão distantes do conceito científico atualmente aceito	Telescópios configurados para este ofício.	2	16
	Deve ser tirando algum pedaço do material quando ele cai aqui na terra, ou com algum robô no espaço.	1	

Quadro 4.3. Categorização das respostas dos 27 estudantes que responderam a questão 2 do questionário inicial.

Ao analisarmos o Quadro 4.3, observamos que uma quantidade relevante de alunos aparentavam não ter noção do assunto abordado na questão, 16 alunos

ao todo. Apesar de muitos estudantes se depararem com notícias veiculadas na mídia a respeito de especulações envolvendo descobertas de condições de vida em exoplanetas ou a respeito da composição química de estrelas, muitos nunca haviam se questionado a respeito de como essas informações poderiam ser obtidas. Alguns alunos, um total de 10, já apresentavam algum conhecimento prévio a respeito do assunto. Apenas um aluno, apresentava um conhecimento científico mais evoluído a respeito do assunto abordado na questão.

4.1.2.2 Questionário Final

O Quadro 4.4 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 28 alunos que responderam a questão 2 no Questionário Final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
Respostas que remetem ao conceito mais próximo do científico e	Citam as radiações eletromagnéticas o uso da espectroscopia e linhas espectrais diferentes para elementos químicos diferentes	8	15
apresentam alguma argumentação.	Citam as radiações eletromagnéticas e as linhas espectrais diferentes para elementos químicos diferentes	7	
Respostas que remetem	Observando os espectros que recebemos desses exoplanetas ou estrelas.	10	40
ao conceito mais próximo do científico.	Através das características do espectro visível emitido.	1	12
	Através da espectroscopia.	1	
Respostas que estão distantes do conceito científico atualmente aceito	Podemos ver por espectro de alta resolução, quando mandam as sondas.	1	1

Quadro 4.4. Categorização das respostas dos 28 estudantes que responderam a questão 2 do questionário final.

Após analisarmos o Quadro 4.4, notamos que apenas um aluno apresentava uma resposta distante do conhecimento cientificamente aceito, uma grande evolução quando comparamos com o questionário inicial em que 16 alunos

apresentavam respostas nessa categoria. Mais relevante ainda foi a evolução percebida nas respostas categorizadas como as que "remetem ao conceito mais próximo do científico e apresentam alguma argumentação", passando de uma resposta no questionário inicial, para 15 respostas no questionário final. Isso realmente apresenta um bom indício de aprendizagem significativa, tornando-se um elemento motivador para a aplicação e desenvolvimento de novos materiais como este. Doze alunos, apresentaram repostas que remetem ao conhecimento científico mais aceito, indicando que apesar de não apresentarem uma visão tão refinada sobre o assunto abordado na questão, parecem demostrar uma evolução para um conhecimento científico aceitável.

4.1.3 Pergunta 3

03) Por que o arco-íris é formado por várias cores?

Objetivo da questão: avaliar as concepções prévias dos educandos a respeito das radiações que compõe o espectro eletromagnético, principal fonte de informação para a construção dos modelos atualmente aceitos na Astronomia.

4.1.3.1 Questionário Inicial

O Quadro 4.5 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 27 alunos que responderam à Questão 3 no Questionário Inicial.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
Respostas que remetem	Citam a decomposição sem associar ao fenômeno da refração	6	
ao conceito mais próximo do científico.	Citam o fenômeno da refração nas gotículas de água e a decomposição da luz branca	5	11
Respostas que apresentam vestígios do conceito científico	Citam a separação da luz em cores sem relacionar a algum fenômeno físico	5	7
atualmente aceito.	Citam o fenômeno da refração sem associar ao meio gotículas de água	2	

Respostas que estão	Não sei ou sem resposta.	6	
distantes do conceito científico atualmente aceito	Apresentam alguma argumentação distante do conceito científico atualmente aceito	3	9

Quadro 4.5. Categorização das respostas dos 27 estudantes que responderam a questão 3 do questionário inicial.

Essa pergunta foi aplicada para uma turma de 3º série do EM, o assunto abordado na questão proposta já tinha sido tema de estudo na série anterior, mas, mesmo assim, percebemos que 9 alunos ainda apresentavam conceitos, a respeito desse fenômeno, distante do conhecimento científico. Dezoito alunos já apresentavam algum conhecimento prévio a respeito do assunto, dentre esses, 7 ainda não tinham o conhecimento científico completamente consolidado, apresentavam apenas alguns vestígios que poderiam evoluir para um conhecimento mais apurado.

4.1.3.2 Questionário Final

O Quadro 4.6 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 27 alunos que responderam a questão 3 no Questionário Final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
Respostas que remetem	Citam o fenômeno da refração nas gotículas de água e a decomposição da luz branca	9	
ao conceito mais próximo do científico.	Citam a decomposição sem associar ao fenômeno da refração	7	17
	Citam a refração sem associar ao fenômeno da decomposição da luz	1	
Respostas que apresentam vestígios do conceito científico atualmente aceito.	Citam a separação da luz em cores sem relacionar a algum fenômeno físico	3	
	Citam o fenômeno da refração sem associar ao meio (gotículas de água)	2	8
	Citam a refração ou a decomposição da luz, mas apresentam algum erro conceitual	2	
	Argumentam por analogia sem citar diretamente os fenômenos envolvidos	1	

Respostas que estão distantes do conceito científico atualmente aceito	Apresentam alguma argumentação distante do conceito científico atualmente aceito	2	2
--	--	---	---

Quadro 4.6. Categorização das respostas dos 27 estudantes que responderam a questão 3 do questionário final.

Após aplicarmos a proposta didática, ver Quadro 4.6, o número de alunos que apresenta um conhecimento científico mais apurado aumentou de 11, observado no questionário inicial, para 17 no questionário final. Associado a esse fato, após a aplicação da proposta, também notamos que apenas 2 alunos continuaram elaborando respostas que não condiziam com o conhecimento científico atualmente aceito. Isso nos mostra que 7 alunos evoluíram sua maneira de pensar a respeito do fenômeno abordado. Esses são indícios que nos mostram que a intervenção realizada com a aplicação da proposta didática contribuiu de alguma maneira para que os estudantes se tornassem cientificamente mais alfabetizados.

4.1.4 Pergunta 4

04) O que você entende por espectro eletromagnético?

Objetivo da questão: avaliar as concepções prévias dos educandos a respeito do espectro eletromagnético, principal fonte de informação para a construção dos modelos atualmente aceitos na Astronomia.

4.1.4.1 Questionário Inicial

O Quadro 4.7 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 27 alunos que responderam à Questão 4 no Questionário Inicial.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
Respostas que apresentam vestígios do	Atribui o espectro apenas a parte visível da radiação eletromagnética	3	6

conceito científico atualmente aceito.	Associa o espectro a uma onda eletromagnética apenas.	2	
	Atribui o espectro apenas a parte não visível da radiação eletromagnética	1	
Respostas que estão	Não sei ou sem resposta.	17	
distantes do conceito científico atualmente aceito	Apresentam alguma argumentação distante do conceito científico atualmente aceito	4	21

Quadro 4.7. Categorização das respostas dos 27 estudantes que responderam a questão 4 do questionário inicial.

Ao avaliarmos os conhecimentos prévios dos alunos a respeito das radiações eletromagnéticas, percebemos pela análise do Quadro 4.7, que um número elevado, 21 dos 27 alunos que responderam ao questionário, desconheciam o conceito de espectro eletromagnético ou não faziam diferenciação em relação as radiações eletromagnéticas componentes do espectro. Seis alunos apresentavam algum conhecimento sobre as radiações eletromagnéticas, mas as respostas ainda eram bem simplistas.

4.1.4.2 Questionário Final

O Quadro 4.8 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 27 alunos que responderam a questão 4 no Questionário Final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
Respostas que remetem ao conceito mais próximo	Apresenta a noção que o espectro eletromagnético é composto pelas várias frequências das radiações eletromagnéticas	7	14
do científico.	Apresenta a noção que o espectro eletromagnético é formado por várias frequências, mas atribui o espectro a emissão de um corpo	7	
Respostas que apresentam vestígios do conceito científico atualmente aceito.	Associa o espectro a uma onda eletromagnética apenas.	5	5
Respostas que estão distantes do conceito científico atualmente aceito	Não sei ou sem resposta.	4	
	Apresentam alguma argumentação distante do conceito científico atualmente aceito	4	8

Quadro 4.8. Categorização das respostas dos 27 estudantes que responderam a questão 4 do questionário final.

Após a aplicação da proposta didática, mesmo desenvolvendo atividades abordando as radiações eletromagnéticas e suas aplicações, percebemos que o número de alunos que ainda desconhecem ou formularam conceitos científicos distante do esperado permaneceu alto, ver Quadro 4.8. De um total de 21 alunos, observados no questionário inicial, com respostas categorizadas como "respostas que estão distantes do conceito científico atualmente aceito", passamos para 8 alunos nessa categoria, uma redução significativa, visto que 13 alunos apresentaram uma evolução no pensamento científico, mas uma situação que sugere ainda outras intervenções para que esse conhecimento se torne mais significativo para esses 8 alunos. Apesar de termos ainda esse quantitativo de alunos que não evoluíram no conceito científico, sugerindo a necessidade de um maior diálogo para melhorar a compreensão dos mesmos, devemos levar em consideração que esse tema foi abordado no início da aplicação da proposta didática, em um período que os alunos ainda estavam se adaptando a uma nova metodologia de aula, diferente daquela forma tradicional bancária que eles estavam acostumados. Talvez esse fato tenha contribuído para que os mesmos não participassem tão efetivamente do diálogo e não tenham apresentado indícios de aprendizagem desse conteúdo.

Percebemos também, através da análise do Quadro 4.8, que uma nova categoria surgiu nas respostas, em comparação com o Quadro 4.7, as "respostas que remetem ao conceito mais próximo do científico", 14 alunos parecem apresentar uma evolução significativa no conceito científico abordado, o que nos sugere que para esses alunos a proposta didática contribuiu para a construção de novos conceitos dando indícios de aprendizagem. Fato que parece sugerir que estamos trilhando um caminho certo em busca de uma formação diferenciada e atual.

4.1.5 Pergunta 5

05) Seria possível existir vida em um exoplaneta? Você acredita nessa possibilidade?

Objetivo da questão: avaliar as concepções prévias dos educandos a respeito da possibilidade de existência de outras formas de vida no universo, para problematizar, a partir dos conhecimentos científicos e as tecnologias atuais, a possibilidade de detecção e interação com as mesmas.

4.1.5.1 Questionário Inicial

O Quadro 4.9 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 27 alunos que responderam à Questão 5 no Questionário Inicial.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
Sim	Respondeu sim e justificou utilizando argumentos científicos	8	16
	Respondeu sim mas não justificou a resposta.	8	
Não	Respondeu não e justificou utilizando argumentos científicos	2	4
Nau	Respondeu não mas não justificou a resposta.	2	•
Não sei ou não opinou	Não sabe	4	
	Sem resposta	2	7
	Por desconhecer o assunto	1	

Quadro 4.9. Categorização das respostas dos 27 estudantes que responderam a questão 5 do questionário inicial.

Analisando as respostas dadas pelos estudantes à essa pergunta, notamos que 17 alunos responderam à questão sem construir uma justificativa usando argumentos científicos, ou porque não sabiam, ou desconheciam o assunto, ou não quiseram opinar, ou responderam apenas "Sim" ou "Não". Percebemos nesse questionário inicial que poucos estudantes utilizam algum conhecimento científico para construir suas respostas. Talvez isso esteja associado ao fato desses estudantes pouco conhecerem sobre assuntos ligados

à Astronomia, o que não lhes permite construir argumentos para formular respostas para questões desse tipo.

4.1.5.2 Questionário Final

O Quadro 4.10 apresenta o resultado da categorização das respostas dadas pelos 27 alunos que responderam à Questão 5 no Questionário Final.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
Sim	Respondeu sim e justificou utilizando argumentos científicos	20	26
	Respondeu sim mas não justificou a resposta.	6	
Não	Respondeu não e justificou utilizando argumentos científicos	1	1

Quadro 4.10. Categorização das respostas dos 27 estudantes que responderam a questão 4 do questionário final.

Analisando o Quadro 4.10, podemos notar que 26 alunos responderam "Sim" a pergunta proposta no questionário final, um aumento significativo no número de alunos que acreditam nessa possibilidade, 16 respostas "Sim" apareceram no questionário inicial. O mais significativo que podemos destacar é o fato de todos os 27 alunos terem elaborados suas respostas utilizando algum argumento científico para justificar a sua opinião. Essa observação nos sugere que a proposta didática aplicada na turma contribuiu para uma alfabetização científica do educando, tornando-o capaz de articular os conhecimentos abordados para construir argumentos plausíveis cientificamente na elaboração do seu discurso.

4.2 Análise das respostas a cada questão do Questionário Final de Avaliação da Proposta Didática:

O Questionário Final de Avaliação da Proposta Didática encontra-se no Anexo E. Composto por nove questões, o questionário tinha como objetivo avaliar a aplicação da proposta didática e a sua contribuição no processo ensino-aprendizagem, além de indicar possíveis ajustes que poderiam contribuir para a melhoria de alguns pontos da dinâmica desenvolvida.

A maioria das questões envolveu uma pergunta a qual, inicialmente, devia ser respondida de maneira fechada, simplesmente "Sim" ou "Não", mas seguida da solicitação: "Comente sua resposta. ", que permitia ao estudante expressar, de maneira aberta, uma justificativa para sua opção pelo "Sim" ou "Não".

Ao todo, 21 estudantes responderam ao questionário. As respostas discursivas dadas à parte aberta de cada questão foram tabuladas e, posteriormente, analisadas com base na metodologia da análise de conteúdo (BARDIN, 1977).

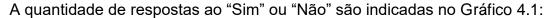
Para cada uma das questões, à exceção da Questão 6, que solicitava apenas uma resposta "Sim" "Não", foi elaborada uma categorização das respostas discursivas apresentadas pelos estudantes, indicada nos quadros de 4.11 a 4.18.

A soma das frequências das respostas dadas pelos estudantes pode ser maior que o número de estudantes que apresentaram respostas discursivas, uma vez que um mesmo estudante pode ter dado uma resposta que continha trechos que faziam com que elas se enquadrasse em mais de uma subcategoria ou categoria. As respostas completas acham-se apresentadas no Apêndice F.

Questão 1:

01)	Você	gostou	de	estudar	е	participar	das	aulas	de	Física	Moderna	е
Con	tempo	rânea (F	МС)?								
() SIM		()	NÃO								
Con	nente s	sua resp	osta	۱.								

Objetivo da questão: avaliar o grau de receptividade da proposta pelos alunos, se ela conseguiu lhes despertar interesse e constituiu uma experiência agradável, ou não.



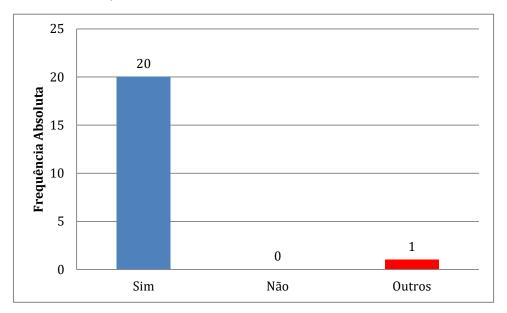


Gráfico 4.1 – respostas "Sim" ou "Não" à primeira questão.

À exceção de um único aluno, todos os demais responderam "Sim", o que parece indicar que, para a quase totalidade deles, a proposta didática agradou e foi interessante. A única resposta classificada como "Outros", foi uma resposta, um tanto inesperada, dada por E9: "Participar – Sim. Estudar – Não.", a qual parece revelar uma concepção tradicional/bancária de ensino por parte deste estudante, segundo a qual o ato de "estudar" seria algo tedioso, passivo, desinteressante, diferente do participar das atividades realizadas em sala de aula durante o projeto, que foram diferentes do tradicional, mais interativas e dialógicas. O estudante parece ter gostado da metodologia de ensino, mas não do tema abordado. Isso parece ser corroborado pelo comentário que ele faz, sobre sua resposta "Sim" e "Não" a esta questão: "As aulas foram interessantes, mas eu não gostei da matéria."

Dos demais 20 estudantes que responderam "Sim", 4 não comentaram suas respostas.

Os comentários dos demais 16 estudantes que justificaram suas respostas "Sim", utilizando a metodologia da análise de conteúdo, foram categorizados conforme apresentado no Quadro 4.11:

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes		
	O assunto é interessante	7	7		
	É um assunto novo, que não costuma ser estudado	1			
Respostas que remetem	Aprendi coisas novas	1			
ao assunto estudado (que seria interessante,	Aprendi coisas interessantes	1	12		
novo, atual, amplo etc.)	Assunto atual, que foge ao senso comum	1			
	Assunto que vai além do cotidiano	1			
	Assunto amplo e não trivial	1			
	As aulas foram boas, divertidas ou interessantes	2			
	Explicação do professor simples e clara	1			
Respostas que se referem ao professor ou	O método de ensino foi eficaz	1	6		
à metodologia de ensino	O ensino não se limitou a cálculos e fórmulas	1	o l		
	Ensinou conceitos	1			
	Interessante ver na prática o que foi comentado em aula	1			

Quadro 4.11: Categorização das respostas dos 16 estudantes que justificaram a sua resposta "Sim" à pergunta se haviam gostado de estudar e participar das aulas de FMC.

O resultado apresentado no Quadro 4.11 leva a concluir que, pelas justificativas apresentadas pela maioria dos estudantes (12 dentre o total de 21), o próprio tema, FMC, parecer ter sido o principal fator de eles terem gostado de estudar e participar das aulas. Segundo suas respostas o tema parece ter se revelado interessante, novo, atual, amplo, não trivial, que vai além do cotidiano ou que foge ao senso comum.

Em segundo lugar (em 6 das 16 justificativas para o "Sim"), o professor, que teria dado boas aulas, ou a metodologia de ensino utilizada, que teria sido eficaz, não se limitando a cálculos e fórmulas, ensinado conceitos ou permitido ver na prática o apresentado na teoria; foram apontados como razão para eles terem gostado de estudar e participar das aulas.

Questão 2:

02) O que você destacaria, positivamente ou negativamente, nas aulas de Física Moderna e Contemporânea (FMC) que você participou?

Objetivo da questão: coletar informações que possam contribuir para uma possível reformulação de alguns pontos da proposta didática.

Os comentários dos 19 estudantes que responderam a esta questão, utilizando a metodologia da análise de conteúdo, foram categorizados conforme apresentado no Quadro 4.12:

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
	Dinâmica utilizada nas aulas.	9	
	Matéria legal ou interessante.	3	
Respostas que remetem à aspectos positivos.	Utilização de temas da Astronomia para abordar o conteúdo e a realização do Júri Simulado.	3	19
	Conteúdos explicados de forma clara ou bem explicados.	2	
	Aula experimental	2	
	Gostaria de ter aprofundado um pouco mais na FMC	1	8
	As contas são bastante chatas	1	
	O método usado para avaliação não foi tão funcional, pois o tema é bastante teórico.	1	
Respostas que remetem	Matéria confusa	1	
à aspectos negativos.	Pouca participação de alguns alunos	1	3
	Uso frequente de slides torna a aula um pouco monótona	1	
	Ritmo acelerado.	1	
	Não tivemos muitas experiências práticas.	1	

Quadro 4.12. Categorização das respostas dos 19 estudantes que responderam a questão 2 do questionário de avaliação final.

No Quadro 4.12 podemos observar que 19 aspectos positivos foram mencionados pelos alunos em relação às aulas de FMC na tentativa de usar a dinâmica dos 3MP, e que todos os estudantes que responderam à questão citaram um aspecto positivo. O comentário que aparece com maior frequência quase a metade dos comentários destacando aspectos positivos - se refere à dinâmica adotada nas aulas. Isso sugere que o uso dos 3MP, uma dinâmica problematizadora e dialógica, diferente do ensino bancário tradicional, foi um diferencial nas aulas a ponto de ter o maior número de comentários positivos. Outros aspectos positivos, tais como: matéria interessante, abordagem de conteúdos de Astronomia, dinâmica do "júri simulado" e aulas experimentais, aparecem com menor frequência, mas indicam que a diversidade de metodologias utilizadas na construção da proposta parece ter contribuído para tornar o processo de aprendizagem mais interessante para o aluno. Em relação aos aspectos negativos relacionados no quadro acima, podemos destacar que cada um deles aparece citado apenas uma vez, sugerindo que, aparentemente, não temos pontos negativos notáveis que comprometam o uso da proposta didática. Dois comentários podem ser considerados bastante pessoais: "as contas são bastante chatas" e "matéria confusa"; indicando uma dificuldade dos alunos em relação aos conteúdos da área de Física que não foram superados com a aplicação da proposta didática. Dois outros comentários se referem ao próprio desenvolvimento da proposta didática: "uso frequente de slides torna a aula um pouco monótona" e "não tivemos muitas experiências práticas"; sugerindo um possível aprimoramento da proposta, de tal modo que possam ser inseridas mais atividades práticas experimentais para tornar a proposta mais atraente para esse perfil de aluno. Um comentário considerando aspectos negativos pareceu-me especialmente interessante: "gostaria de ter aprofundado um pouco mais na FMC". Do ponto de vista do professor-pesquisador, isso parece remeter ao fato de o conteúdo ter despertado bastante interesse no aluno a ponto de deixá-lo instigado a conhecer um pouco mais sobre o assunto. Como professor-pesquisador, apontaria esse item como um importante diferencial da dinâmica desenvolvida, contribuindo para despertar no aluno a busca do conhecimento.

Questão 3:

03) As aulas de FMC contribuíram para uma mudança na sua visão da Ciências, em especial a Física?

() SIM () NÃO

Comente sua resposta.

Objetivo da questão: avaliar se as aulas de FMC contribuíram para alguma mudança no sentido de uma ampliação da visão dos estudantes com relação à Ciência e a Física.

A quantidade de respostas ao "Sim" ou "Não" são indicadas no Gráfico 4.2:

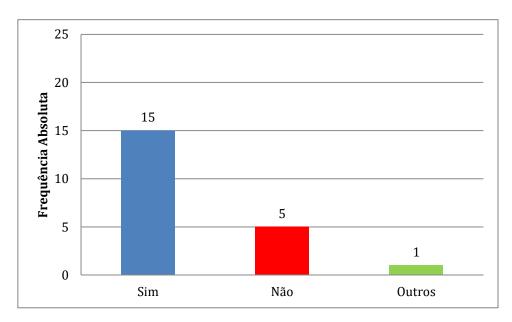


Gráfico 4.2 – respostas "Sim" ou "Não" à terceira questão.

A partir do Gráfico 4.2, podemos notar que a grande maioria dos estudantes apontou que as aulas de FMC contribuíram para a mudança na sua visão da Ciência, em especial a Física. Do total de 21 alunos que responderam à questão, 15 acreditam nessa mudança, 5 compartilham da ideia que não houve mudanças e uma resposta inesperada, dada pelo aluno E10, já que a pergunta foi realizada de maneira dicotômica, apresentou como resposta: "depende". A sua resposta completa foi a seguinte:

"Depende do ponto de vista.

Eu acho e sempre achei Física uma matéria muito interessante, ela aborda coisas importantes e essenciais, porém eu nunca fui boa em Física, e nunca tive muito interesse por ela. Em FMC, eu vi coisas que me despertaram uma maior curiosidade, algumas que realmente eu nunca tinha ouvido falar".

A justificativa dessa resposta nos leva a concluir que, de alguma maneira, as aulas contribuíram para uma mudança na visão dessa aluna. Ela afirma, de maneira um tanto contraditória, que embora achasse que a Física era uma matéria interessante, que abordava coisas essenciais, ela nunca tinha tido um bom desempenho ou interesse pela Física, o que parece revelar que essa sua falta de bom desempenho e interesse acham-se ligados à forma com que, tradicionalmente, a Física lhe foi ensinada, sem conseguir tirar proveito do fato de ela considerar que a Física aborda "coisas importantes e essenciais" e que tem, portanto, potencial para ser "uma matéria muito interessante". A maneira como a FMC foi trabalhada parece ter somado a favor dessa sua concepção inicial favorável à Física, tendo conseguido, segundo suas palavras, mostrar "coisas que me despertaram uma maior curiosidade, algumas que realmente eu nunca tinha ouvido falar". As aulas, portanto, parecem ter contribuído para reforçar a percepção dessa aluna quanto ao aspecto interessante da Física.

Ao todo 21 estudantes responderam essa questão, sendo que 18 estudantes justificaram a sua resposta "Sim" ou "Não". Essas respostas encontram-se categorizadas no quadro 4.13.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
	A Física vai além das fórmulas e conceitos e está presente em tudo no nosso cotidiano.	4	
Respostas que afirmaram	Despertou o interesse pela matéria	4	
que a FMC contribuiu para uma mudança na	Ajudou a melhorar o entendimento a respeito de alguns fenômenos.	2	13
visão da Ciência, em especial a Física.	Passou a ter uma visão além da Física Clássica.	2	
	Passou a perceber que a Ciência não é uma verdade absoluta e imutável.	1	
Respostas que afirmaram que a FMC não	Foi uma confirmação do que já pensava ou já conhecia.	2	
contribuiu para uma mudança na visão da Ciência.	Porque considerou a FMC um conteúdo comum como o restante dos outros conteúdos abordados no EM.	1	5

Apesar de ser interessante considera a FMC confusa e difícil.	1
Porque não gosta da Física	1

Quadro 4.13. Categorização das respostas dos 18 estudantes que apresentaram justificativa às suas respostas "Sim" ou "Não" à Questão 3 do questionário de avaliação final.

Do total de respostas afirmativas, 16 ao todo, 3 alunos não comentaram as suas respostas. Dois comentários aparecem com maior frequência, quatro alunos comentaram que as aulas contribuíram para despertar o interesse pela matéria, e outros quatro alunos comentaram que a Física vai além das fórmulas e conceitos e está muito presente no nosso cotidiano. Esses dois comentários se complementam. Provavelmente o conteúdo ficou mais interessante despertando o interesse pela matéria porque foi abordado relacionando os fenômenos a aplicações do cotidiano e a fenômenos astronômicos, com o intuito de dar significado ao assunto abordado. Dois alunos também comentaram que as aulas ajudaram a compreender melhor alguns fenômenos. Três alunos relataram uma nova forma de enxergar a Física:

Aluno E8: "Passei a entender mais as palestras desse assunto. Além de perceber, com a FMC que a Ciência não é uma verdade imutável".

Aluno E21: "Sempre achei a física como sendo um monte de conceitos e fórmulas que nunca vamos usar, mas agora percebo que a física está em tudo e sem ela, não teríamos praticamente nada que temos hoje e nas fórmulas podemos moldar o futuro".

Aluno E3: "Porque o estudo da FMC vai de encontro à quase tudo que sabemos sobre a FC (Física Clássica)".

Essa nova visão transcende à visão Clássica e sugere o entendimento que a Ciência não é uma verdade absoluta, a Ciência é baseada em modelos e esses modelos possuem limites de validade.

A partir das respostas apresentadas, podemos concluir que a grande maioria dos alunos apresentou alguma evolução em relação à maneira de pensar a Física ou concepção de Ciência como um todo, o que contribui para torná-los

mais conscientes da necessidade de se conhecer um pouco mais sobre o conhecimento científico e a assumir uma postura mais crítica em relação a esses assuntos.

Questão 4:

04) Em sua opinião, a inserção de tópicos de Astronomia nas aulas contribuiu de alguma maneira para o aprendizado dos conceitos de FMC?

() SIM () NÃO

Comente sua resposta.

Objetivo da questão: avaliar se a inserção de tópicos de Astronomia contribuiu para o aprendizado de FMC.

Segundo a opinião da grande maioria dos alunos que responderam essa pergunta no questionário final de avaliação, mais de 80% afirmou que a inserção de conteúdos de Astronomia contribuiu de alguma maneira para o aprendizado dos conceitos de FMC. O Gráfico 4.3 representa as frequências de respostas "Sim" e "Não" que foram dadas pelos alunos.

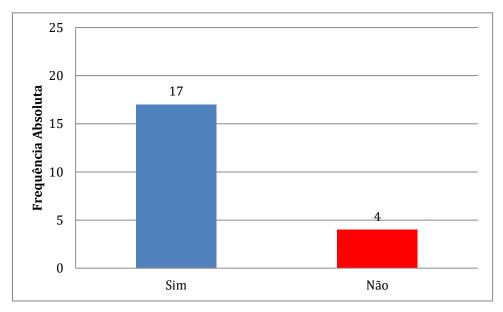


Gráfico 4.3 – respostas "Sim" ou "Não" à quarta questão.

Das 21 respostas dadas à questão 4, 6 alunos que responderam "Sim" não comentaram as suas respostas, as outras 15 respostas encontram-se categorizadas e tabuladas no Quadro 4.14.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
	Pois a Astronomia é interessante ou é admirada por alguns.	5	
Respostas que afirmaram que a Astronomia contribuiu para o aprendizado de FMC.	Porque as aplicações da FMC em exemplos associados à Astronomia tornaram o entendimento mais fácil.	4	11
	Porque trouxe algum conhecimento sobre assuntos da Astronomia.	2	
	Não conseguiu perceber efeitos do estudo da Astronomia associado a FMC.	1	
Respostas que afirmaram que a Astronomia não contribuiu para o aprendizado de FMC.	A inserção dos conteúdos de Astronomia gerou mais confusão no entendimento dos conteúdos de FMC.	1	4
ap.ondizado do 1 100.	Avaliou como um bônus em termos de conteúdo abordado.	1	
	Não conseguiu perceber a relação entre a FMC e a Astronomia.	1	

Quadro 4.14. Categorização das respostas dos 15 estudantes que apresentaram justificativas à questão 4 do questionário de avaliação final.

As respostas de 5 alunos sugerem que devido ao fato de a Astronomia ser interessante isso acabou contribuindo para despertar o interesse sobre os assuntos de FMC. O comentário do Aluno E10 expressa muito bem isso: "Astronomia é um assunto que desperta o interesse de várias pessoas, então é bem oportuna utilizá-la para despertar o interesse em outras áreas também". O Aluno E14 também compartilha dessa ideia: "Juntou uma matéria ligeiramente complicada com um conteúdo extremamente interessante, facilitando o aprendizado". O fato de termos escolhido os assuntos de Astronomia para abordar os conteúdos de FMC na produção da proposta didática parece que foi bem aceito pela maioria dos alunos. Inclusive, alguns alunos relatam que esses assuntos contribuíram para facilitar o aprendizado dos conteúdos abordados, veja nas palavras dos Alunos E3 e E8:

Aluno E3: "Porque exemplifica os conceitos, tornando o entendimento mais fácil".

Aluno E8: É uma aplicação da Física Moderna, e ficou mais palpável com o uso da Astronomia, o assunto, consegui entender e associar melhor.

Esses e outros comentários, sugerem que a aplicação da proposta didática possivelmente alcançou um de seus objetivos de tornar o conteúdo mais próximo da realidade do aluno favorecendo uma aprendizagem mais significativa.

Questão 5:

05) A metodologia utilizada estimulou você a participar da aula e o levou a fazer, espontaneamente, perguntas, comentários, a realizar as atividades ou a buscar novos conhecimentos sobre os assuntos abordados?

() SIM () NÃO

Comente sua resposta.

Objetivo da questão: avaliar o grau de receptividade da proposta dialógica baseada nos 3MP pelos alunos, se ela conseguiu lhes estimular a participar das aulas e a buscar os novos conhecimentos, ou não.

A dinâmica dos 3MP se diferencia de uma aula tradicional, pois torna o aluno um ser ativo no processo educativo. A participação dos educandos, apesar de voluntária, é essencial para que os assuntos abordados ganhem significado. Muitas vezes nos deparamos com situações em que o aluno está tão acostumado com a forma tradicional de se abordar o conteúdo que acaba não se envolvendo com as discussões, ou não consegue formular respostas para os questionamentos que foram propostos. Percebe-se que para alguns, romper essa barreira do ensino tradicional requer um tempo bem maior do que para outros. Podemos evidenciar esse fato no comentário do Aluno E8: "A princípio achei pouco estranho, mas após entender que precisávamos ir 'atrás do conhecimento', foi estimulante". O Gráfico 4.4 apresenta a frequência das respostas "Sim" e "Não" que foram dadas à Questão 5 do questionário.

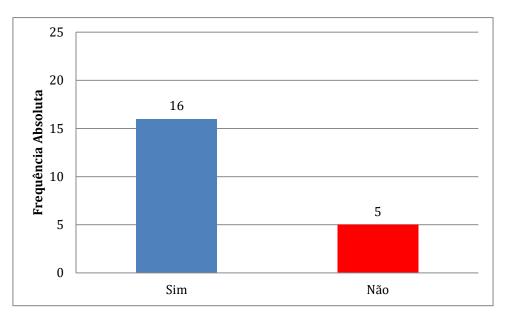


Gráfico 4.4 – respostas "Sim" ou "Não" à quinta questão.

Analisando o Gráfico 4.4, podemos concluir que a grande maioria, mais de três quartos do total, respondeu que de alguma forma a metodologia utilizada estimulou a participação nas aulas ou a buscar novos conhecimentos, o que nos mostra que a dinâmica dos 3MP foi bem aceita pela turma de alunos onde foi aplicada a proposta didática. Dos 21alunos que responderam essa pergunta, 6 alunos que responderam "Sim" e dois alunos que responderam "Não", não comentaram as suas respostas. Os comentários dados pelos outros 13 foram categorizados, tabulados e encontram-se relacionados no Quadro 4.15.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
	Pois estimulava a buscar o conhecimento.	5	
Dagage of the same	Pois permitia diálogos, comentários e dúvidas.	2	
Respostas que afirmaram que a metodologia utilizada na aula	Pois o assunto abordado é instigante.	1	10
estimulou a participação.	Sim, mas achou o ritmo das aulas acelerado.	1	
	Sim, mas gostaria que fosse abordado uma maior quantidade de conteúdo.	1	
Respostas que afirmaram que a metodologia utilizada na aula não	Considerou uma aula normal de Física.	1	3
estimulou a participação.	Não se interessa nas aulas de exatas, pois possui muitas	1	

dificuldades em assuntos relacionados à área e não possui autonomia de estudo.	
As aulas poderiam ter maior quantidade de atividades experimentais	1

Quadro 4.15. Categorização das respostas dos 13 estudantes que justificaram suas respostas à questão 5 do questionário de avaliação final.

Um dos grandes diferencias da dinâmica dos 3MP é favorecer a busca pelo conhecimento. Analisando o Quadro 4.15, podemos concluir que 5 alunos destacaram isso como um ponto favorável para estimular a participação nas aulas. O comentário do aluno E11 evidencia esse fato:

"Através das questões levantadas indaguei-me sobre muitas questões sobre muitos fenômenos e processos, os quais compartilhei com os demais presentes nas aulas e sempre buscava pesquisar sobre os diversos assuntos abordados na aula, pois despertam o meu interesse. A metodologia, em que todos participavam, implicou nesse interesse".

Percebemos na fala desse aluno a necessidade de buscar o conhecimento para responder os questionamentos propostos e, além disso, fica evidente a dialogicidade estabelecida nas aulas quando ele expõe o momento de compartilhar e trocar significados com os outros educandos a respeito dos novos conhecimentos adquiridos. O aluno E10, em seus comentários, também evidencia a necessidade consciente de se buscar o conhecimento: "Eu fiz algumas pesquisas por conta própria, para tirar algumas dúvidas e saciar algumas necessidades". Já o aluno E17, enfatiza a importância de se estabelecer o diálogo deixando a aula estimulante: "A metodologia utilizada foi muito estimulante, pois a maneira como as aulas eram ministradas permitia diálogos abertos, liberdade para comentários e dúvidas".

Baseados nessas respostas, somos levados a concluir que a dinâmica dos 3MP, envolvendo conteúdos de FMC e Astronomia, além de deixar a aula mais estimulante, favoreceu a busca por novos conhecimentos tornando os alunos protagonistas no processo ensino-aprendizagem, rompendo aquela barreira do ensino tradicional e bancário que muitas vezes presenciamos nas aulas de Física do Ensino Médio.

Questão 6:

06) Durante a sua formação no Ensino Médio, você já havia discutido algum tema de Astronomia em suas aulas?

Objetivo da questão: avaliar o quantitativo de alunos que já tinham se deparado com a abordagem de algum tema de Astronomia durante as suas aulas ao longo de sua formação no EM.

Já havíamos discutido no capítulo 2, seção 2.4, que trata do Ensino de Astronomia na Educação Básica brasileira, que os conteúdos de Astronomia normalmente são pouco abordados no EM. As respostas dadas pelos estudantes a essa pergunta evidenciam esse fato. Dos 21 alunos que responderam o questionário, ver Gráfico 4.5, 16 afirmaram que nunca tinham visto algum conteúdo de Astronomia durante o seu EM, lembrando que a proposta didática foi aplicada para uma turma de 3° série, no segundo semestre do último ano em que estudariam Física nesse segmento de ensino.

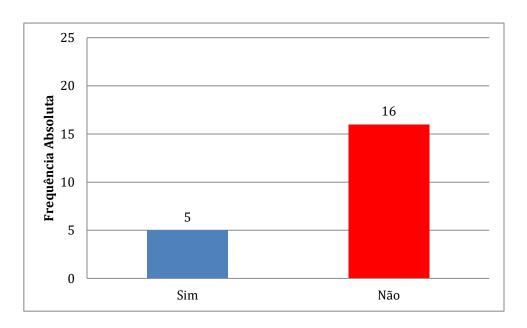


Gráfico 4.5 – respostas "Sim" ou "Não" à sexta questão.

Mesmo sabendo que nos últimos anos as pesquisas em Educação em Astronomia estão aumentando, também sabemos que esses trabalhos ainda são pontuais e, de certa forma, ainda bastante tímidos, dada a realidade do cenário

brasileiro. Essa pesquisa reforça a ideia proposta por Langhi (2011), que devemos nos mobilizar para mudar o atual quadro da Educação em Astronomia no Brasil. Precisamos de mais trabalhos como este a fim de contribuirmos para uma abordagem mais efetiva de conteúdos de Astronomia no EM. Os dados coletados nesse questionário reforçam a importância da aplicação dessa proposta didática envolvendo conceitos de Astronomia.

Questão 7:

07) Você se interessou pelos assuntos de Astronomia abordados nas aulas de FMC?

() SIM () NÃO

Comente sua resposta.

Objetivo da questão: avaliar o grau de receptividade de assuntos de Astronomia pelos alunos, se esses assuntos conseguiram lhes despertar interesse e proporcionaram uma experiência agradável, ou não.

"A Astronomia é uma Ciência que desperta muito interesse", essa frase foi uma das inspirações para a construção da proposta didática abordando conteúdos de FMC que desenvolvemos e apresentamos nessa dissertação. Dada a importância de se abordar uma Física mais próxima desse século, que pudesse ajudar o educando a compreender as tecnologias atuais e considerando-se que os principais fenômenos abordados na FMC podem ser exemplificados utilizando assuntos da Astronomia, decidimos utilizar a dinâmica dos 3MP para problematizar os conceitos FMC dentro do contexto da Astronomia. Parece-me que a associação dessas duas áreas do conhecimento foi muito bem recebida pelos educandos. Ao observarmos o Gráfico 4.6, podemos notar que dos 21 alunos que responderam o questionário, 20 alunos despertaram o interesse pelos assuntos associados a Astronomia. Apenas um aluno respondeu "Não" à pergunta, pois achou de difícil compreensão. Esse mesmo aluno já havia relatado na Questão 5 que tinha dificuldades em relação à matéria, pois não tinha autonomia para o estudo.

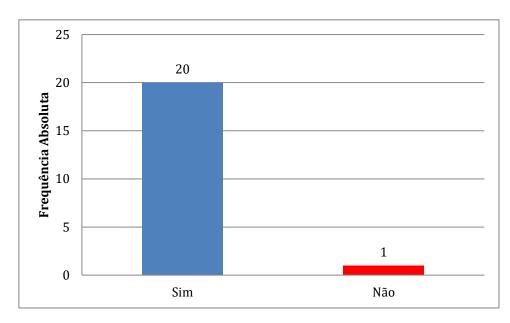


Gráfico 4.6 – respostas "Sim" ou "Não" à sétima questão.

Dos 21 alunos que responderam ao questionário, 13 alunos justificaram as suas respostas, que foram categorizadas, tabuladas e encontram-se apresentadas no Quadro 4.16.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
Respostas que afirmaram	Porque a Astronomia é interessante, instigante ou causa fascínio.	6	
que os assuntos de Astronomia abordados nas aulas despertaram o	Porque os assuntos revelaram a grandiosidade do Universo antes desconhecido.	3	12
interesse.	Pois era uma área desconhecida.	2	
	Sim, mas deveriam ser abordados de maneira mais profunda.	1	
Respostas que afirmaram que os assuntos de Astronomia abordados nas aulas não despertaram o interesse.	Achou de difícil compreensão	1	1

Quadro 4.16. Categorização das respostas dos 20 estudantes que justificaram suas respostas à questão 7 do questionário de avaliação final.

Analisando o Quadro 4.16, percebemos quanto realmente a Astronomia provoca o interesse dos alunos, a ponto de motivar a busca do conhecimento

em outras áreas. Podemos observar esse fato no comentário dos alunos E1 e E8:

Aluno E1: "Foram assuntos muito interessantes que inclusive me fizeram fazer um trabalho que englobava o assunto na SCT (Semana de Ciência e Tecnologia)".

Aluno E8: "Descobri coisas interessantíssimas sobre Astronomia e isso me motivou mais a estudar isso".

O fato do universo ser grandioso e desconhecido para a maioria dos estudantes, também torna a Astronomia um conteúdo fascinante e motivador, podemos observar isso nos comentários dos alunos E10 e E17:

Aluno E10: "Sim, porque são coisas que estão longe de nós e despertam um interesse e uma curiosidade enorme, porque nós não sabemos quase nada, é um mistério".

Aluno E17: "Sim, passei a ter noção, mesmo que mínima, mas científica da imensidão do universo em que vivemos: sua complexidade e o quão pequeno é o nosso conhecimento".

A abordagem de conteúdos de Astronomia acaba tornando a aula mais agradável e interessante, segundo os relatos dos alunos E12 e E15:

Aluno E12: "A Astronomia sempre me causou grande fascínio e interesse e as aulas proporcionaram dentro de sala o estudo de um tema que me agrada".

Aluno E15: "Pois a astronomia é muito interessante ainda mais quando associada ao ensino da FMC".

Esses relatos corroboram com o fato de a Astronomia, por ser desconhecida por muitos, por estar constantemente na mídia, por abordar

assuntos relacionados a imensidão do Universo, ser realmente interessante e fascinante para esses jovens, tornando-a uma importante ferramenta para estimular a abordagem e a aprendizagem de novos conteúdos.

Questão 8:

08) Você considera que a Astronomia favorece o seu interesse e/ou contribui para o aprendizado de conteúdos de Física?

() SIM () NÃO

Comente sua resposta.

Objetivo da questão: avaliar se a abordagem de conteúdos de Astronomia favoreceu o aprendizado de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea.

Como já havíamos concluído ao analisarmos o resultado da questão 7, a Astronomia desperta muito interesse nos alunos. Associá-la a FMC tem como objetivo favorecer o aprendizado e tornar a matéria mais interessante, além de abordar assuntos que normalmente são negligenciados no EM. As respostas dadas pelos alunos, ver Gráfico 4.7, parecem evidenciar que a Astronomia realmente favoreceu a aprendizagem dos conteúdos de FMC. A grande maioria, mais de 80% dos alunos, respondeu "sim" à pergunta proposta. Os alunos que responderam "não" à questão proposta, quatro ao todo, não justificaram a sua resposta.

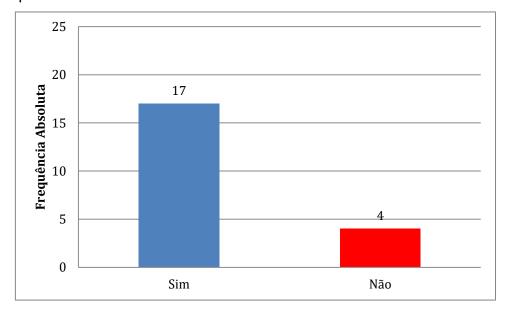


Gráfico 4.7 – respostas "Sim" ou "Não" à oitava questão.

Os comentários realizados pelos alunos foram categorizados e tabulados no Quadro 4.17.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes
	Favoreceu o interesse pois deixou a matéria mais fácil de ser compreendida.	4	
Respostas que afirmaram que os assuntos de Astronomia abordados nas aulas favoreceram o interesse ou contribuíram	instigante, interessante ou envolve o estudo de estrelas, nebulosas e afins.	3	11
para o aprendizado de FMC.	Favoreceu o interesse porque ajudou a aprimorar outros conhecimentos, ou conhecimentos de outras áreas.	3	
	Favoreceu o interesse pois é uma forma didática chamativa.	1	

Quadro 4.17. Categorização das respostas dos 11 estudantes que justificaram suas respostas à questão 8 do questionário de avaliação final.

Analisando as respostas podemos notar que 4 alunos acharam que a Astronomia favoreceu o aprendizado de FMC por deixar o conteúdo abordado mais fácil de ser compreendido, provavelmente porque os exemplos e aplicações dentro da Astronomia acabavam ilustrando os fenômenos estudados, tornando a aprendizagem significativa. O fato de a Astronomia despertar muita curiosidade aparentemente colaborou para aumentar o interesse dos alunos para o estudo da FMC, não que a FMC seja menos interessante, mas a abordagem desses dois assuntos simultaneamente, parece ter contribuído para aumentar o interesse na disciplina de Física. Isso pode ser percebido explicitamente nas respostas de 3 estudantes que alegaram que a aprendizagem foi favorecida pelo fato da "Astronomia ser interessante ou instigante. Três alunos alegaram que o aprendizado foi favorecido devido ao caráter multidisciplinar da Astronomia, o que acaba favorecendo o aprendizado de conhecimentos de outras áreas.

Questão 9:

09) Comente e/ou avalie outro aspecto que considere importante nas aulas sobre Física Moderna e Contemporânea. **Objetivo da questão:** Coletar informações a respeito da proposta didática que possivelmente não tinham sido previstas pelo professor ou que corroboraram com os objetivos da proposta apresentada aos alunos.

Ao analisarmos essa questão observamos apenas 9 comentários realizados pelos 21 estudantes que responderam o questionário. As respostas foram categorizadas e tabuladas e encontram-se no Quadro 4.18.

Categorias de respostas	Subcategorias de respostas	Frequência da resposta	Nro. de estudantes	
	A aplicação da física no cotidiano".	2		
	A utilização do laboratório e a realização dos experimentos.	2		
Respostas que apresentaram aspectos positivos que os alunos julgaram importantes	A abordagem favoreceu o desenvolvimento do pensamento em detrimento a educação bancária.	1	8	
destacar nas aulas de FMC.	As aulas e o tema abordado foram interessantes.	1		
	A postura do professor junto ao aluno.	1		
	A forma de avaliação adotada.	1		
Respostas incoerentes com a pergunta.	Resposta incoerente com a pergunta.	1	1	

Quadro 4.18. Categorização das respostas dos 9 estudantes que justificaram suas respostas à questão 9 do questionário de avaliação final.

Após a categorização das respostas, observamos que dois alunos destacaram a aplicação da Física no cotidiano como um fator importante nas aulas de FMC. A importância da alfabetização científica que devemos promover durante a vida escolar dos educandos, pode ser notada no comentário do aluno E21: "Seria legal se as pessoas e o governo tivessem um pouco de interesse na física, além de aprendermos muitas coisas sobre o universo ou até mesmo no nosso dia a dia. A física é uma coisa que ajudaria em muitas coisas do nosso cotidiano. Afinal, sem ela não teríamos TV, computador, não saberíamos da existência de outros planetas, entre muitas outras coisas".

Esse comentário evidencia que a proposta didática aplicada contribuiu para esse processo de formação de um cidadão mais consciente, revelando traços da importância de adotarmos uma postura dialógica, problematizadora,

seguindo a linha freiriana de educar. O aluno destaca o fato de a busca pelo conhecimento ser benéfica para compreender o mundo que o cerca, esse é um outro ponto importante da aplicação da dinâmica dos 3MP: a busca pelo conhecimento torna-se evidente. O comentário do aluno E1 também corrobora com a importância dessa busca pelo conhecimento ao aplicarmos a dinâmica dos 3MP: "O professor abordou a matéria de forma que nos fizesse pensar no assunto e não nos deu a matéria 'mastigada' como nos outros anos". A mudança de postura dos educandos fica evidente nesse comentário, ao se deparar com uma proposta dialógica, problematizadora, o aluno deixa de ser um depositário, nas palavras de Freire, e passa a ser um sujeito ativo no processo educativo.

A utilização do laboratório de Física Moderna e a realização de experimentos, citado por 2 estudantes, também foi um fator motivador importante na aplicação da proposta didática, como já comentamos na análise das respostas da questão 2. A postura assumida pelo professor, seguindo a linha freiriana, aberto ao diálogo, disposto a ouvir o educando e não se colocando no papel de detentor do conhecimento, pode ser evidenciado no comentário do aluno E9: "A posição do professor perante o aluno, mostrando compreensão e se mostrando disposto a ajudar com nossas dúvidas". Esse comentário me remete a um pensamento positivo, em que acredito estar trilhando um caminho coerente em busca de uma educação diferenciada, dialógica, problematizadora de modo a tornar o educando consciente da necessidade de buscar o conhecimento para compreender e transformar o mundo que o cerca.

Considerações Finais

Iniciamos esse trabalho investigando a possibilidade de desenvolvermos uma proposta de ensino de Física Moderna e Contemporânea associada a temas de Astronomia, que pudesse se diferenciar do ensino tradicional, rompendo com essa cultura de uma educação bancária, presente muitas vezes nas aulas de Física, em que o aluno participa do processo apenas armazenando os conhecimentos que lhes foram depositados.

Inspirados na pedagogia dialógica e problematizadora do educador Paulo Freire e munidos da dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), elaboramos e aplicamos uma proposta didática que pudesse promover uma melhor aprendizagem dos conteúdos abordados e contribuísse para formar estudantes mais críticos e participativos no processo educativo. Nessa parte da dissertação é feita uma síntese do estudo realizado. Embasados nos resultados obtidos, procuramos responder os objetivos propostos para esse trabalho. Em seguida, realizamos alguns apontamentos finais dessa investigação.

A necessidade do ensino de FMC no nível médio, como exposto no capítulo 2, já está amplamente justificada nos trabalhos realizados pelos pesquisadores da área e contemplada nos documentos oficiais para esse nível de ensino. Ainda assim, sabemos que a grande maioria dos alunos concluem o EM sem ter estudado os assuntos relacionados a essa área. As pesquisas realizadas sobre esse tema mostraram que ainda temos poucos trabalhos, envolvendo FMC, apresentando propostas didáticas efetivamente testadas em sala de aula. Com o intuito de contribuir para eliminar essa lacuna, essa pesquisa se estruturou a partir da elaboração, aplicação e análise da percepção dos alunos acerca da metodologia utilizada em uma proposta didática que resultou no Produto Final desse trabalho de Mestrado Profissional, apresentado no Apêndice G dessa dissertação.

Ao realizarmos o estudo sobre a atual realidade da Educação em Astronomia no Ensino Básico brasileiro, nos deparamos com uma situação novamente preocupante. Assim como a FMC, a Astronomia, apesar de estar muito presente no cotidiano dos estudantes, principalmente através das notícias midiáticas, poucas vezes é abordada ao longo do Ensino Médio. Em nossa

pesquisa pudemos constatar isso, ao aplicarmos o Questionário Final de avaliação da proposta didática, em que nos deparamos com a situação onde 76% dos estudantes da 3ª Série do EM, participantes da pesquisa, responderam "Não" a questão que perguntava se durante a sua formação nesse segmento de ensino eles já haviam discutido algum tema de Astronomia nas aulas. Esse fato corroborou com a necessidade de se apresentar e testar propostas de ensino de Astronomia, como a apresentada nessa dissertação, em sala de aula.

Um dos primeiros desafios encontrados no desenvolvimento desse trabalho estava na construção de uma proposta didática que pudesse contemplar os temas de Astronomia e FMC, superando o ensino tradicional e modificando a nossa prática em sala de aula. Após ser apresentado à pedagogia de Paulo Freire e a dinâmica dos 3MP, acreditamos que poderíamos desenvolver algo que contribuísse para uma formação mais completa dos estudantes e tornasse o ensino de Física mais prazeroso. A investigação realizada após a aplicação da proposta didática parece nos indicar que o trabalho teve um certo êxito, visto que a grande maioria dos estudantes, 20 dos 21 alunos entrevistados, respondeu que gostou de participar das aulas de FMC e mais de 76% dos alunos entrevistados aprovaram a metodologia utilizada nas aulas.

Desenvolver esse trabalho não foi uma missão fácil, elaborar as atividades de maneira problematizadora e tornar a aula dialógica, levando em conta que além do professor, os próprios educando estão habituados ao ensino tradicional, é realmente um desafio. No início percebemos que poucos alunos tendiam a manter o diálogo, alguns chegavam a estranhar a forma como a aula era conduzida, principalmente por ser uma aula de Física, que deveria estar repleta de fórmulas e contas, e com a palavra apenas o professor, mas, com o tempo, e a medida que os assuntos foram sendo desenvolvidos e despertando o interesse, pois muitos daqueles assuntos já tinham sido presenciados por eles no seu cotidiano, a participação nos diálogos estabelecidos durante a dinâmica foi aumentando. Alguns alunos ainda resistiram, mas é prazeroso saber que para outros a metodologia fez uma grande diferença, a ponto de provocar transformações, como podemos acompanhar no relato do Aluno E1 ao responder a Questão 5 do questionário final de avaliação:

"Eu nos outros anos de física nunca tinha me pronunciado na aula seja para tirar dúvidas seja para fazer comentários, tanto por vergonha de dizer algo errado tanto por não entender o assunto que estava sendo abordado, mas nesse ano foi diferente, me senti mais à vontade para isso".

Ao longo do desenvolvimento da proposta didática, nos deparamos com situações que nos levaram a replanejar as atividades. Um exemplo que podemos citar foi a atividade sobre as Estrelas. Após realizar a Atividade II sobre a estrutura e composição do Universo, percebi logo na problematização inicial, durante a atividade de representação do Universo, que os conhecimentos que eles possuíam de Astronomia eram muito ingênuos. Na tentativa de contribuir para os alunos desenvolverem conceitos científicos mais elaborados, planejei a Atividade III da proposta didática com um pouco mais de profundidade ao abordar o assunto.

A realização da atividade do Júri Simulado foi extremamente importante para inserir alguns alunos que ainda resistiam e estavam ficando de fora no processo educativo problematizador e dialógico. O empenho dos estudantes em buscar o conhecimento necessário para o desenvolvimento da atividade, a realização de entrevistas com membros da comunidade escolar, ação idealizada e desenvolvida de forma autônoma por eles mesmos, e a forma como foi desenvolvida a atividade no dia do Júri, com muito respeito, diálogos entre eles e argumentos cientificamente embasados, foi muito motivante para a continuidade dos trabalhos. Naquele momento acreditamos que estávamos seguindo no caminho certo.

Após aplicarmos a proposta didática baseada na dinâmica dos 3MP, podemos perceber que é muito mais prazeroso para o educador assumir uma postura dialógica e problematizadora durante as aulas, os alunos se tornam mais participativos, autônomos e a busca pelo conhecimento se torna uma necessidade para muitos deles.

Assumir essa postura na sala de aula não é tão fácil quanto se imagina, principalmente quando estamos tão acostumados com a forma tradicional de se educar. Leva-se tempo. Devido a esse fato, percebemos que no início das atividades a autorregulação deve ser constante para não voltarmos ao velho estilo tradicional e bancário de ministrar as aulas. Ao adotarmos uma concepção

de educação inspirada em Paulo Freire, uma educação que promova a inserção do homem no seu tempo e espaço, gerando uma consciência da circunstância em que ele vive (BISCH, 1998), percebemos que os alunos se tornam mais críticos em relação aos problemas vivenciados no seu cotidiano e mais preocupados com as transformações que eles podem promover.

A partir dos dados coletados e resultados obtidos concluimos que houve uma boa recepção e participação dos estudantes na proposta didática implementada e evidências de aprendizagem de conceitos básicos de FMC e Astronomia. A associação dessas duas áreas do conhecimento nos pareceu muito proveitosa, propiciando uma melhor aprendizagem dos conteúdos de FMC ao aplicarmos no entendimento de assuntos interessantes da Astronomia. O fato da Astronomia ser uma disciplina que desperta muito interesse dos alunos, fato constatado ao analisarmos as respostas da Questão 7 do Questionário de Avaliação Final, em que foi praticamente uma unanimidade a resposta "Sim" ao perguntarmos se os alunos tinham se interessado pelos assuntos de Astronomia abordados nas aulas de FMC, parece ter ajudado na compreensão dos conceitos de FMC e tornado a aprendizagem mais significativa para os alunos.

A oportunidade de refletir sobre a nossa prática educativa e propiciar a vivência de uma pesquisa na área de Ensino de Física, nos permitiu aprimorar o o exercício docente e nos instigou a desenvolver novos trabalhos na área de Educação em Astronomia. Os resultados encontrados são encorajadores. Vislumbramos outras possibilidades de integração entre conteúdos de FMC e Astronomia, tais como: o ensino de relatividade a partir da problematização da possibilidade de contato com vidas extraterrestres, o estudo da Física Nuclear associado à geração de energia nas estrelas, a fotometria e o estudo do efeito fotoelétrico, e muitos outros assuntos.

Outras possibilidades que podemos desenvolver no futuro estão relacionadas a contribuir para o desenvolvimento da área de Educação em Astronomia, participando na formação de professores, com o intuito de levar essa proposta de integração entre essas duas áreas, para tentar minimizar esse grande problema que observamos ao realizarmos o levantamento bibliográfico sobre as áreas aqui tratadas, em que os conteúdos de FMC e Astronomia pouco são abordados no EM.

Finalizamos essa dissertação de mestrado com a certeza que podemos melhorar as nossas aulas e contribuir para a formação de cidadãos mais críticos e transformadores da sua realidade, a medida que eles passam a ter mais consciência da realidade que os cerca.

Referências

AGUIAR, Ricardo Rechi. **Tópícos de Astrofísica e Cosmologia:** uma aplicação de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

ANGOTTI, J.A.; DELIZOICOV, D. Física. 2ª ed. São Paulo. Editora Cortez. 1992

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Ed. 70, 1977.

BARROS, G.M.; FERREIRA, F.P.; LEITE, C. **Problematizando conceitos de astronomia:** uma proposta baseada nos três momentos pedagógicos. Atas do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo: SBF, 2013.

BISCH, S. M. **Astronomia no ensino fundamental:** natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, USP, 1998.

BIKLEN, S.; BOGDAN, R. Investigação Qualitativa em Educação. Uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.

BISCUOLA, G. J.; BÕAS, N. V.;DOCA, R. H. **Física 3**: eletricidade, física moderna, análise dimensional. 2ª ed. vol 3. São Paulo. Editora Saraiva. 2013.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (1ª a 4ª Série)**.

Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em: 15 julho 2016.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (5^a a 8^a Série).

Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em 18 julho 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio:** Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 18 julho 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 18 julho 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica, **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.**Brasília: MEC/SEB, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book volume 02 internet.pdf>. Acesso em: 19 julho 2016.

BRETONES, P.S. Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia. Disponível em: http://www.dme.ufscar.br/btdea>. Acesso em: 05 janeiro 2016.

CANIATO, R. **Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física**. 1973. 4v. 586f. Tese (Doutorado em Física), UNESP, Rio Claro/SP, 1973.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: uma possibilidade para a inclusão social. Revista Brasileira de Educação, Nº 22, Jan./Fev./Mar./Abr. 2003.

FERNANDES Jr., R. C., KANAAN, A., GOMES, J.M.S. de M. As Ferramentas

do Astrônomo Amador: O que medimos, como medimos e o que aprendemos. Projeto Telescópios na Escola. Disponível em: http://www.telescopiosnaescola.pro.br/ferramentas.pdf>. Acesso em 20 mar. 2015.

DELIZOICOV, D. **Ensino de Física e a Concepção Freireana de Educação**. Revista de Ensino de Física, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. **Ensino de ciências:** fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2011.

FERREIRA, F.P. A forma e os movimentos dos planetas do sistema solar: uma proposta para a formação do professor em astronomia. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

FRANCO, M.L.P.B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Liberlivro, 2 ed. 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2015a.

_____. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015b.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. **Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo:** complementaridades e contribuições para a educação em ciências.

GROENWALD, C. L. O., SILVA, C. K. MORA, C. D. **Perspectivas em Educação Matemática**. Revista Acta Scientiae, v.6, n.1, Jan./Jun, 2004.

HOFFMAN, Michael; EMMART, Carter. **The Known Universe**. Vídeo. Produção de Michael Hoffman, direção de Carter Emmart. Nova lorque, American Museum of Natural History, 2009. 6 min 31 s. Disponível em:

http://www.amnh.org/explore/amnh.tv/(watch)/space/the-known-universe.

Acesso em 23 mar. 2015.

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

______. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. Cad. Bras. Ens. Fis., v.28, n.2, pp. 373-399, ago./2011.

______. Ideias de senso comum em Astronomia. In: SODRE JUNIOR, L.; GREGORIO-HETEM, J; SHIDA, R. (Orgs.). Observatórios Virtuais. São Paulo: IAG/USP, 2005. p.1-9. Disponível em: http://www.telescopiosnaescola.pro.br/langhi.pdf Acesso em 18 agosto 2015.

_____. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros?. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 14, No 3, p. 41-59, 2014.

LEITE, C. Formação do professor de ciências em astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade. São Paulo, 2006. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

MORAIS, A.; GUERRA, A. História e a filosofia da ciência: caminhos para inserção de temas de física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física** v.35 n.1 p.1502, 2013.

MARCHI, F.; ALBUQUERQUE, V. N. de; LEITE, C. **O caso Plutão:** uma análise das potencialidades do uso de textos não didáticos no ensino de astronomia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 11, n. 3, p. 565-581, 2012.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária LTDA, 2ª ed. Ampliada, 2011.

MUENCHEN, C. A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS. 2010. Tese (Doutorado Educação Científica e Tecnológica) Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC - SC

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. **Os três momentos pedagógicos:** um olhar histórico-epistemológico – Em: *Atas do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – XIIEPEF*. Águas de Lindóia, 2010.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. Revista Ensaio, v.14, n. 3, p. 199 – 215, 2012.

MARRONE JUNIOR, J.; TREVISAN, R. H. Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis - SC, v. 26, n. 3, p.547-574, 2009.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos: um olhar histórico-epistemológico – Em: ATAS DO XII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA – XIIEPEF. Águas de Lindóia, 2010.

MORAES, R. **Análise de conteúdo.** Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; OLIVEIRA, Maria de Fátima. **Astronomia e Astrofísica. Saraiva.** 3º. Ed. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2013.

OSTERMANN, F., MOREIRA, M.A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no ensino médio". **Investigações em Ensino de Ciências**, v.5, n.1, pp. 23-48, 2000.

PEREIRA, A.P., OSTERMANN, F. Sobre o Ensino de Física Moderna e Contemporânea: Uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.14, n.3, pp. 393-420, 2009.

SALES, N.L.L. Problematizando o ensino de física moderna e contemporânea na formação continuada de professores: análise das contribuições dos três momentos pedagógicos na construção da autonomia docente. São Paulo, 2014. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

TRIVINÕS, Augusto Nibaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. Ensinando física moderna no ensino médio: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 21, p. 359-371, nov. 2004. ed. esp.

WERNQUIST, Erik. **Wanderers**. 2014. Filme curto de ficção sobre exploração espacial. Disponível em: < http://www.erikwernquist.com/wanderers/ >. Acesso em: 05 dez 2014.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Tradução: Ernani F. da Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Apêndice - A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), do Projeto de Pesquisa sob o título "PROBLEMATIZANDO O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA BASEADA NOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS UTILIZANDO A ASTRONOMIA COMO TEMÁTICA CENTRAL". Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não sofrerá qualquer tipo de penalidade, de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com qualquer um dos responsáveis pela pesquisa: Prof. Robson Leone Evangelista (Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes — Campus Cariacica) pelo telefone: (27) 3246-1600, e-mail: robson.leone@ifes.edu.br ou com o orientador da pesquisa Prof. Dr. Sérgio Mascarello Bisch (Física-UFES) pelo telefone: (27) 4009-7733, e-mail: sergiobisch@gmail.com.

Nesse trabalho, buscamos entender como os alunos se comportam e interagem no processo ensino-aprendizagem ao estudarem o tema abordado sob o enfoque da dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos. A coleta de dados será feita no Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes — Campus Cariacica durante as aulas, que poderão ser gravadas em vídeo e/ou áudio e posteriormente utilizadas e analisadas unicamente com o intuito desta pesquisa, não havendo qualquer repasse a terceiros com intuito comercial/financeiro.

Esclarecemos ainda que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação. Garantimos também sigilo que assegura a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Reiteramos, mais uma vez, que você tem toda liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA

Eu,		,				
abaixo assinado, cono	cordo em participar do es	studo como sujeito. Fui				
devidamente informado	(a) e esclarecido (a) pelo p	esquisador Prof. Robson				
Leone Evangelista sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim						
como os possíveis riscos e benefícios, caso existam, decorrentes de minha						
participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer						
momento, sem que isto l	leve a qualquer penalidade					
Local e data		de Outubro de 2015.				
(Aluno:)				
	Assinatura do participante	_				
	Assinatura do responsável legal	_				
Eu, Prof. Robson Leone	e Evangelista, obtive de form	na voluntária o Termo de				
Consentimento Livre e	Esclarecido do sujeito da p	esquisa ou representante				
legal para a participação	da pesquisa.					
	Robson Leone Evangelista					

Apêndice - B

Júri Simulado

DINÂMICA DO JÚRI SIMULADO

QUESTÃO PROPOSTA:

AS NAÇÕES DEVEM INVESTIR EM PESQUISAS CIENTÍFICAS RELACIONADAS AO ESTUDO DO ENTENDIMENTO DO UNIVERSO E A EXPLORAÇÃO ESPACIAL?

DINÂMICA:

- Dois grupos de debatedores;
- Uma equipe responsável pelo veredicto;
- Um Juiz.
- O processo inicia-se com o lançamento do tema proposto pelo Juiz;
- Os alunos irão debater o tema com argumentos convincentes;
- Um tempo inicial será dado para os alunos socializarem suas informações no grupo, antes do início do debate;
- Cada grupo lançará a sua tese inicial, defendendo seu ponto de vista na medida em que surjam réplicas e tréplicas;
- O Juiz também poderá lançar perguntas que motivem o debate;
- Ao final cada grupo poderá eleger um representante para suas considerações finais.
- O júri popular, irá se reunir para socializar seus apontamentos, feitos ao longo da atividade, e decretar o veredicto.
- O Júri será encerrado após o veredicto.

TEMPOS DEFINIDOS PARA CADA ETAPA DA DINÂMICA:

- Socialização das ideias nos grupos 10 min;
- Defesa da tese inicial 10 min (5 min para cada grupo);
- Debate entre grupos 40 min;
- Considerações finais 10 min (5 min para cada grupo);
- Veredicto 5 min.

Apêndice - C

Avaliação Formal

Curso: Técnico de Portos Integrado Ano: 2015

Disciplina: Física Turma: 3º Ano de Portos - Matutino

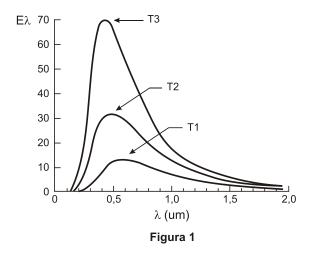
Professor: Robson Leone
Aluno: Data:

Atividade: Prova 1 Valor: 10,0 pontos

01. (UFPE	= 20	11) assinale	V, para ver	da	deiro e	F para fals	o. Sob	re o	s modelos
atômicos	de	Thomson,	Rutherford	е	Bohr,	podemos	fazer	as	seguintes
afirmaçõe	s.								

- A partir do resultado do espalhamento de partículas α por folhas metálicas finas, Rutherford concluiu que a densidade de carga positiva do modelo atômico de Thomson era muito maior que a real.
- () A estabilidade do átomo de Bohr era garantida por um postulado, pois, de acordo com a física clássica, um elétron em movimento circular teria perdas de energia por irradiação devido a sua aceleração centrípeta.
- De acordo com o modelo de Rutherford, os elétrons se distribuem em órbitas quantizadas na região ao redor do núcleo denominada eletrosfera.
- A razão entre as energias quantizadas de duas órbitas no modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio é igual a razão entre os números quânticos associados a estas órbitas.
- () No modelo atômico de Bohr para o átomo de hidrogênio, o raio da órbita do elétron é quantizado.
- **02.** Um átomo excitado emite energia, muitas vezes em forma de luz visível, porque
- a) um dos elétrons decai para níveis de energia mais baixos, aproximando-se do núcleo.
- b) um dos elétrons foi arrancado do átomo.
- c) um dos elétrons desloca-se para níveis de energia mais altos, afastando-se do núcleo.
- d) os elétrons permanecem estacionários em seus níveis de energia.
- e) os elétrons sofrem decaimento radioativo se transformando em fótons.

03. (Udesc 2010) A Figura 1 mostra o gráfico da intensidade de radiação por comprimento de onda emitida por um corpo negro para diferentes temperaturas.



Com base nas informações do gráfico, analise as afirmativas abaixo.

- I. A temperatura T1 é maior que a temperatura T3.
- II. A intensidade total de radiação emitida é maior para temperatura T3.
- III. O comprimento de onda para o qual a radiação é máxima é maior para temperatura T3.
- IV. As temperaturas T1, T2 e T3 são iguais.
- V. As intensidades totais de radiação emitida são iguais para T1, T2 e T3.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I, II e V são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.
- c) Somente a afirmativa I é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- e) Somente a afirmativa II é verdadeira.

04. (UFMG 2009) Um estudante de Física adquiriu duas fontes de luz *laser* com as seguintes especificações para a luz emitida:

Fonte I

potência: 0,005 W

comprimento de onda: 632 nm

Fonte II

- potência: 0,030 W
- comprimento de onda: 632 nm

Sabe-se que a fonte I emite N_I fótons por segundo, cada um com energia E_I ; e que a fonte II emite N_{II} fótons por segundo, cada um com energia E_{II} . Considerando-se essas informações, é correto afirmar que:

- a) $N_I < N_{II}$ e $E_I = E_{II}$.
- b) $N_I < N_{II} \ e \ E_I < E_{II}$.
- c) $N_{I} = N_{II} e E_{I} < E_{II}$.
- d) $N_I = N_{II} e E_I = E_{II}$.

05. (Udesc 2010) A Figura 1 mostra um diagrama com cinco níveis de energia do átomo de hidrogênio. A Figura 2 mostra o espectro de emissão do átomo de hidrogênio na faixa do visível e do ultravioleta próximo.

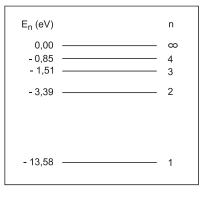


Figura 1

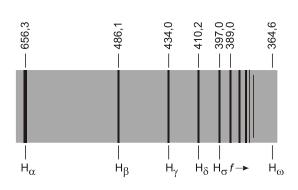


Figura 2

A linha Hα (comprimento de onda de 656,3 x 10⁻⁹ m) do espectro de emissão do átomo de hidrogênio (Figura 2) corresponde a uma transição entre os níveis: (Registre os seus cálculos)

Considerações:

Velocidade da luz no vácuo: $\mathbf{c} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$;

Constante de Planck: $\mathbf{h} = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 4.1 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$.

- a) n₂ e n₁
- b) n₄ e n₂
- c) n∞e n₃
- d) n₃ e n₂
- e) n₃ e n₁

06. A descoberta da quantização da energia completou 100 anos em 2000. Tal descoberta possibilitou a construção dos dispositivos semicondutores que formam a base do funcionamento dos dispositivos opto-eletrônicos do mundo atual. Hoje, sabe-se que uma radiação monocromática é constituída de fótons com energias dadas por E = hf, onde $h_{\approx} 6 \times 10^{-34}$ j.s e f é a frequência da radiação. Considere $\mathbf{c} = 3 \times 10^8$ m/s.

Uma radiação monocromática visível, de comprimento de onda $\lambda = 6 \times 10^{-7} m$, incide na retina do olho. Determine a energia dos fótons que constituem tal radiação visível.

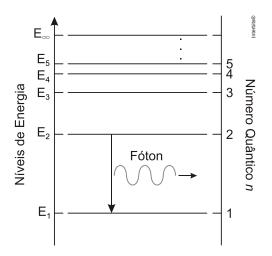
07. O olho humano é uma câmara com um pequeno diafragma de entrada (pupila), uma lente (cristalino) e uma superfície fotossensível (retina). Chegando à retina, os fótons produzem impulsos elétricos que são conduzidos pelo nervo ótico até o cérebro, onde são decodificados.

Quando devidamente acostumada à obscuridade, a pupila se dilata até um raio de 3 mm e o olho pode ser sensibilizado por apenas 400 fótons por segundo. Numa noite muito escura, uma fonte monocromática emite luz azul (λ = 475 nm) em todas as direções. Desprezando a absorção de luz pelo ar determine a quantidade mínima de energia absorvida por segundo pelo olho para que uma pessoa possa enxergar a luz proveniente dessa fonte luminosa. Considere $h_{\approx}6$ x 10^{-34} j.s e $\mathbf{c} = 3 \times 10^8$ m/s.

tem te 2.900	mperatura superficial de 5.800 K e a outra tem temperatura superficial de K.
A)	Qual é a mais avermelhada? Qual é a mais azulada? Justifique a sua resposta.
B)	Qual é a mais brilhante? Justifique a sua resposta.
C)	Qual é o comprimento de onda da radiação emitida com maior intensidade para essas duas estrelas? Considere $b=2,9.10^{-3}m.K$

08. Duas estrelas de tamanhos iguais estão à mesma distância da Terra. Uma

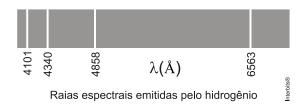
09. De acordo com o modelo de Bohr, as energias possíveis dos estados que o elétron pode ocupar no átomo de hidrogênio são, aproximadamente, dadas por $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$, em que $E_0 = 13,6\text{eV}$ e n =1,2,3,4,...... O elétron faz uma transição do estado excitado n = 2 para o estado fundamental n = 1. Faça o que se pede nos itens seguintes. Considere $\mathbf{h} = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 4,1 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$.



- a) Calcule a energia E, em elétron volts, do fóton emitido.
- b) Determine a frequência do fóton emitido.

10. (UFBA 2011) Quando um feixe luminoso passa através de um prisma, ele se decompõe em um espectro de cores que correspondem às luzes de diversos comprimentos de onda que compõem o feixe.

Um gás monoatômico rarefeito, contido em uma ampola de vidro, é submetido a uma descarga elétrica e produz uma luz que, ao passar através de um prisma, decompõe-se em um espectro de raias coloridas, cujo padrão é característico do gás.



A primeira explicação teórica para esse espectro, com base na teoria atômica, foi dada, em 1913, por Niels Bohr que, partindo do modelo atômico de Rutherford, estabeleceu um conjunto de postulados a partir dos quais era possível explicar, dentre outras coisas, o espectro observado.

Esses postulados estabelecem que os elétrons giram ao redor do núcleo, em órbitas circulares estáveis, nas quais eles podem permanecer sem perder energia, que as órbitas são quantizadas, possuindo, cada uma, um valor discreto de energia, e que o elétron, quando é forçado a mudar de uma órbita para outra, absorve ou libera uma determinada quantidade de energia.

Com base nos postulados de Bohr, explique a produção das linhas espectrais
observadas.

Apêndice - D

Questionário Inicial e Final

01) O que é um exoplaneta?		
02) Como é possível conhecer a composição de uma estrela exoplaneta aqui da Terra?	ou de u	um
03) Por que o arco-íris é formado por várias cores?		
04) O que você entende por espectro eletromagnético?		
05) Seria possível existir vida em um exoplaneta? Você acreo possibilidade?	dita nes	

Apêndice - E

Questionário Final de Avaliação

O1) Você gostou de estudar e participar das aulas de Física Moderna e Contemporânea (FMC)?
() SIM () NÃO Comente sua resposta.
02) O que você destacaria, positivamente ou negativamente, nas aulas de Física Moderna e Contemporânea (FMC) que você participou?
03) As aulas de FMC contribuíram para uma mudança na sua visão da Ciências, em especial a Física? () SIM () NÃO Comente sua resposta.
04) Em sua opinião, a inserção de tópicos de Astronomia nas aulas contribuio
de alguma maneira para o aprendizado dos conceitos de FMC? () SIM () NÃO
Comente sua resposta.

espontaneamente, perg			
buscar novos conhecime	entos sobre os a	assuntos abordados?	iividades ou e
Comonto sua rosposta	() SIM	() NÃO	
Comente sua resposta.			
06) Durante a sua forma	ação no Ensino	Médio, você já havia o	liscutido algum
tema de Astronomia em			
	() SIM	() NÃO	
07) Você se interessou	nelos assuntos	de Astronomia aborda	ados nas aulas
de FMC?	pelos assantos	de Astronomia aborde	ado nas adiac
	() SIM	() NÃO	
Comente sua resposta.			
00) \/aa^ aanaidana a	- A -t		/
08) Você considera que para o aprendizado de c			e/ou contribu
para o apronaizado de o	() SIM	() NÃO	
Comente sua resposta.	()	()	
			_
09) Comente e/ou avalie			ante nas aulas
sobre Física Moderna e	Contemporanea	3 .	
,			

Apêndice - F

Transcrição das Respostas dos Alunos

F.1 Questionários Inicial e Final

A seguir

Aluno 01

01)

Inicial: Exo: fora, possivelmente é "fora do sistema solar".

Final: Um planeta "extrasolar". Um planeta que orbita uma estrela que não é o

Sol.

02)

Inicial: Não sei.

Final: Observando os espectros que recebemos desses exoplanetas ou estrelas.

03)

Inicial: Já ouvi algo sobre, porém não lembro.

Final: As cores derivam de fenômenos físicos: refração. Quando a luz solar atravessam as partículas de água no ar, há a divisão das cores.

04)

Inicial: Não sei.

Final: Fases da composição da luz. Onda ou partícula.

05)

Inicial: Caso haja água, com certeza sim. Acredito, já que daqui alguns milênios o planeta não vai mais suportar.

Final: Sim e sim. O universo é grande, um exoplaneta é um planeta que orbita uma estrela, logo, quem sabe não pode existir vida lá?

Aluno 02

01)

Inicial: Não faço ideia.

Final: É qualquer planeta fora do sistema solar.

02)

Inicial: Não sei.

Final: Através de foto e uma análise espectral da luz que recebemos do exoplaneta e estrela.

03)

Inicial: Porque a luz é dividida em espectros daquelas cores no contato com as gotas de água.

Final: Porque os espectros da luz se refratam nas gotas de água no ar formando o arco íris.

04)

Inicial: Parte da luz de diferentes cores.

Final: Uma onda ou partícula que fazem parte da luz.

05)

Inicial: Não sei.

Final: Sim. Acredito, já que há planeta que possuem características muito parecidas a da Terra, além de planetas com água e formas primitivas de vida.

Aluno 03

01)

Inicial: É um planeta fora da nossa galáxia.

Final: É um planeta que se encontra em outro local do espaço que não seja no sistema solar.

02)

Inicial: Através das linhas espectrais na superfície da estrela ou do exoplaneta, pois cada elemento químico possui uma série de linhas espectrais diferentes possibilitando identificá-los.

Final: Através de técnicas espectroscopias que analisam a luz emitida pelas estrelas, permitindo reconhecer os componentes de sua superfície devido à absorção de certas frequências da luz produzida em seu núcleo, uma vez que cada raias de frequência absorvidas estão associadas a uma espécie química diferente.

03)

Inicial: Pois s luz branca emitida pelo sol entre em contato com as partículas de água na atmosfera que age como um prisma decompondo a luz solar em diversos comprimentos de ondas, ou seja, diversas cores, porque o que difere as cores é o comprimento da onda.

Final: O arco-íris é formado devido a dispersão da luz solar em diversos comprimentos de onda pelas partículas de água da atmosfera. Como cada comprimento de onda está associado a uma cor, essa dispersão da luz do sol irá resultar em várias cores diferentes.

04)

Inicial: Resultado da dispersão da luz de uma onda em diversos comprimentos de ondas.

Final: Espectro eletromagnético é um intervalo de diferentes tipos de comprimento de onda ou frequência. Cada faixa do espectro eletromagnético representa uma radiação diferente que vai desde as ondas de rádio até raios gama, entre outras.

05)

Inicial: Sim, pois foi descoberto exoplanetas que apresentam características semelhantes a da Terra, entretanto eu não acredito que possa haver vida em outro planeta devido a minha religião.

Final: Cientificamente sim, pois o universo é muito grande e pode haver um exoplaneta com características similares daquelas que vivenciamos aqui na Terra ou outras que possam possibilitar a vida.

Aluno 04

01)

Inicial: Um planeta fora do sistema solar.

Final: É um planeta fora do sistema solar, mas dentro da nossa galáxia.

02)

Inicial: Pela análise de emissão das cores dos planetas.

Final: Por meio do espectro da radiação eletromagnético emitida por ele.

03)

Inicial: Porque as gotículas de água dividem o espectro da luz.

Final: Porque ele é a decomposição do espectro da luz visível branca.

04)

Inicial: Não sei.

Final: São as faixas de frequência e comprimento de onda.

05)

Inicial: Sim, eu acredito.

Final: Sim, pois em nebulosas existem cadeias carbônicas e água.

Aluno 05

01)

Inicial: Planeta de fora.

Final: É um planeta que está fora de um sistema solar referencial ou fora da

galáxia.

02)

Inicial: Não sei.

Final: Pelo espectro que o corpo emite.

03)

Inicial: No meio úmido(água) os raios solares refratam nas gotículas em frequência diferentes formando aquelas cores no céu.

Final: Porque quando os raios solares batem nas gotas de água presente na atmosfera, eles refratam em frequências diferentes formando o arco-íris.

04)

Inicial: Não sei.

Final: É a frequência e o comprimento de onda emitido por um corpo.

05)

Inicial: Sim. Sim.

Final: Sim, se a partir da evolução conseguimos ter vida no nosso planeta porque

não teria em outro lugar?

Aluno 06

01)

Inicial: Um planeta fora do sistema solar.

Final: É um planeta que orbita fora do sistema solar.

02)

Inicial: Não sei.

Final: Pelo espectro que é emitido.

03)

Inicial: Porque a luz se divide.

Final: Porque a luz refrata diferentes frequências.

04)

Inicial: Nada.

Final: A frequência e o comprimento de onda emitida por um corpo.

05)

Inicial: Não sei se existe a possibilidade, mas eu acredito nisso.

Final: Sim. Acredito.

Aluno 07

01)

Inicial: Os outros planetas fora do sistema solar.

Final: Um planeta que se encontra fora da galáxia.

02)

Inicial: De acordo com sua coloração.

Final: Através das características do espectro visível emitido.

03)

Inicial: Por causa da composição da luz.

Final: Devido a sua composição, em relação aos elementos componentes.

04)

Inicial: Não sei.

Final: Frequência do comprimento de onda emitido por um corpo.

05)

Inicial: Não sei se seria possível, depende do fornecimento das condições necessárias para a vida. Nunca parei para realmente refletir sobre essa possibilidade.

Final: Talvez, não sei se inteligente. Depende se houver condições favoráveis a isso.

Aluno 08

01)

Inicial: São outros planetas desconhecidos ou inexplorados.

Final: É um planeta fora da nossa galáxia.

02)

Inicial: De acordo com sua coloração.

Final: Através da sua coloração, ou seja, dos espectros emitidos pelos corpos, os quais possuem diferentes propriedades e diferentes espectros devido à sua composição.

03)

Inicial: Devido à decomposição do raio de luz.

Final: Devido à decomposição da luz, diferenciando os espectros.

04)

Inicial: É a cor/luz gerada pelas ondas e movimentação dos elétrons.

Final: São as frequências/comprimentos de onda referentes a um corpo.

05)

Inicial: Sim, caso ele possua condições necessárias para sustentar a vida. Eu acredito.

Final: Sim, pois, além da descoberta de espectros referentes à composição da água em planetas distantes, há também o indício de cadeias carbônicas.

Aluno 09

01)

Inicial: Os planetas ao redor da Terra. Inclusive os que estão fora do sistema solar.

Final: É um planeta fora do nosso sistema solar.

02)

Inicial: De acordo com a sua coloração.

Final: Usando a espectroscopia, analisando o espectro emitido pela estrela e comparando com os espectros de determinados elementos.

03)

Inicial: Por causa do espectro "formado" pela água da chuva que emite várias cores.

Final: Por que ele é o espectro de absorção da luz do sol, obtido a partir da refração da luz do sol nas gotículas de água.

04)

Inicial: Não sei.

Final: Questão em branco.

05)

Inicial: Sim, se ele tiver condição necessária para isso. Em outros sistemas solares parecidos com o nosso sim.

Final: Sim. Sim, pois num outro sistema solar podem existir condições necessárias para existir vida.

Aluno 10

01)

Inicial: Planeta externo a um sistema planetário.

Final: Um planeta externo ao sistema solar.

02)

Inicial: Pelas cores.

Final: Através do espectro que se absorve e em comparação com amostras de espectros de elementos "catalogados" aqui na Terra, descobrir quais elementos estariam emitindo tais espectros, de lá da estrela ou do exoplaneta.

03)

Inicial: Porque a água da chuva decompõe todo o raio do sol.

Final: Porque a água decompõe o espectro emitido pelo sol.

04)

Inicial: Um espectro formado por uma onda eletromagnética.

Final: A radiação emitida(gerada) pela agitação de elétrons, emitindo fótons.

05)

Inicial: Sim. Sim.

Final: Sim. Sim.

Aluno 11

01)

Inicial: Não sei.

Final: São planetas que estão fora do nosso sistema solar.

02)

Inicial: Não sei.

Final: Identificando quais espectros essa estrela emite e comparando com os espectros de elementos que já conhecemos.

03)

Inicial: Não sei.

Final: Cada gota de água vai emitir um índice de refração diferente, decompondo a luz.

04)

Inicial: Não sei.

Final: É as ondas, a radiação que um elemento emite e absorve que pode ser visível ou não.

05)

Inicial: Não sei, mas eu acredito que sim.

Final: Creio que sim. Pois não conhecemos nada do universo e ele é imenso, e já foi descoberto água em alguns planetas e existem muitos outros que não conhecemos que pode haver vida ou possibilidade dela.

Aluno 12

01)

Inicial: Qualquer planeta que esteja fora do sistema solar.

Final: É um planeta fora do nosso sistema solar.

02)

Inicial: Tentando coletar amostras por meio de sondas, etc.

Final: Pelo espectro que emitem e chegam a Terra.

03)

Inicial: algo relacionado à decomposição das cores.

Final: Por causa da refração dos raios solares.

04)

Inicial: Nada.

Final: Sem resposta

05)

Inicial: Sim. Sim.

Final: Sim. Sim.

Aluno 13

01)

Inicial: Qualquer planeta fora do sistema solar.

Final: É um planeta que se encontra fora do nosso sistema solar.

02)

Inicial: Sondas espaciais são enviadas para recolher amostras da composição do solo. Quanto aos corpos gasosos eu não sei.

Final: Através da análise espectroscópica. Cada átomo emite a sua "própria luz", e ao analisar essa luz é possível ver o seu espectro e determinar de acordo com os elementos conhecidos a composição desses planetas.

03)

Inicial: Porque, provavelmente, as gotas de chuva funcionam como prismas e decompõem a luz em suas sete cores.

Final: Porque ele é resultado da separação das ondas eletromagnéticas que formam a luz solar.

04)

Inicial: Nada.

Final: Nada.

05)

Inicial: Sim, seria muito egoísmo acreditar que só um planeta evolui de forma que a vida fosse possível, já que o universo é infinito.

Final: Sim, porque existem muitos planetas. Se a vida foi possível aqui, é muito provável que seja possível em outros planetas.

Aluno 14

01)

Inicial: Planetas sem atmosferas.

Final: Um planeta fora de nosso sistema solar.

02)

Inicial: Telescópios configurados para este ofício.

Final: Por meio de sua luz a composição de cada estrela é formada por átomos de diferentes elementos. Esses elementos tem seu respectivo espectro, geralmente, de cores desiguais, assim, diferenciando a composição da estrela.

03)

Inicial: Por conta das gotículas de água na atmosfera e da luz solar que faz a refração.

Final: Pois a luz solar passa pelas gotículas de água na atmosfera, assim, a luz branca solar faz o processo de refração na água e emite uma sequência de cores no céu, chamado arco-íris.

04)

Inicial: Ondas não visíveis a olho nu.

Final: É uma forma de onda visível ou não. Emitida de várias formas, geralmente, são emitidas por estrelas, como o UV.

05)

Inicial: Não, pois para haver vida em um planeta são necessários itens fundamentais e atmosfera é um desses.

Final: Sim, o universo não foi pesquisado por completo, assim, pode ser possível à descoberta de qualquer coisa nele, vida seria uma dessas.

<u> Aluno 15</u>

01)

Inicial: Planeta fora do sistema solar ou via láctea.

Final: É um planeta localizado fora do sistema solar.

02)

Inicial: Através da análise do espectro eletromagnético.

Final: Através da análise de seu espectro eletromagnético.

03)

Inicial: Devido à variação de alguma coisa da onda luminosa.

Final: Devido às frequências das ondas luminosas do Sol (ultravioletas). Que quando interceptam a atmosfera, úmida devido à precipitação, ocorre um efeito

semelhante ao do prisma. Assim, conseguimos ver as cores que formam o arcoíris (e o espectro da luz).

04)

Inicial: A união de características apresentadas por um corpo que permite a análise dos compostos que o formam.

Final: É uma característica singular da cada composto que podem ser pelas cores que o espectro "possui" ao ser analisado.

05)

Inicial: Sim, porém acessá-los ainda é impossível devido à grande distância.

Final: Sim, o universo é imensurável e não há por que ter dúvidas de que existe vida extraterrestre, até mesmo por já terem sidos encontrados planetas com condições de vida. Eu acredito nessa possibilidade.

Aluno 16

01)

Inicial: Acredito que seja um planeta fora da nossa galáxia.

Final: Um planeta que se encontra fora do nosso sistema solar.

02)

Inicial: Não sei.

Final: Através dos espectros eletromagnéticos que são uma espécie de identidade dos elementos.

03)

Inicial: Acho que é porque a luz é formada por diversas cores e o arco-íris é a divisão da luz visível.

Final: Porque o arco-íris é o espectro da luz. Ele é a "divisão" da luz em diversas cores.

04)

Inicial: Nada.

Final: Espectro eletromagnético é a identidade dos elementos. Cada átomo possui níveis energéticos e quando o elétron salta de um nível a outro, ele absorve ou libera energia gerando os espectros. Absorve se saltar de um nível menos ao mais energético e libera ao saltar de um nível mais para outro menos energético.

05)

Inicial: Creio que não. Não.

Final: Acho que não temos informações suficientes ainda, mas penso que o universo é muito grande para existirmos apenas nós o habitando.

Aluno 17

01)

Inicial: Acredito que seja um planeta de fora da nossa galáxia.

Final: Um planeta fora do sistema solar.

02)

Inicial: Acredito que pela comparação de suas características visíveis (como cor) com as características conhecidas de estrelas ou planetas de composição conhecida.

Final: Pela observação de seu espectro.

03)

Inicial: Por causa da refração da luz.

Final: Pela refração da luz solar pelas partículas que funcionam como um prisma.

04)

Inicial: Nada.

Final: Entendo como a frequência e comprimento de onda emitido por um corpo com energia.

05)

Inicial: Sim, talvez não da forma como imaginamos (ET's e avatares). Acredito muito.

Final: Acho que sim. Há muita coisa que não conhecemos.

Aluno 18

01)

Inicial: Não sei, nunca ouvi falar, mas pela palavra parece alguma coisa que fica fora do planeta.

Final: É um planeta que está fora do sistema solar.

02)

Inicial: Deve ser tirando algum pedaço do material quando ele cai aqui na terra, ou com algum robô no espaço.

Final: Através da espectroscopia.

03)

Inicial: Porque quando os raios de sol passam pelas gotas de chuva a luz se decompõe, e forma as cores do arco-íris.

Final: Pois ele é a decomposição da luz do sol que é formado pelas cores do arco-íris.

04)

Inicial: Não sei, mas eu imaginaria algo do tipo de um holograma.

Final: Uma faixa de cores emitidas e absorvidas pelos corpos.

05)

Inicial: eu acredito que pode ser possível, mas eu não acredito nessa possibilidade.

Final: Poderia existir em forma de bactérias, seres unicelulares, mas homenzinhos verdes que querem destruir o planeta Terra, não.

Aluno 19

01)

Inicial: Não sei, mas talvez seja um planeta diferente do nosso.

Final: É um planeta que está fora da nossa galáxia.

02)

Inicial: Não sei o que é e nem o que poderia ser.

Final: sim, através do espectro eletromagnético.

03)

Inicial: Não sei, mas tem alguma coisa haver com refração.

Final: Porque quando a luz bate na água, esta funciona como um prisma, dividindo as cores que compõem a luz.

04)

Inicial: Não faço a mínima ideia do que seja, mas deve ter alguma relação com imãs.

Final: Eu ainda não sei exatamente o que é, mas sei que quando aquecemos um material, este mostra as cores desse espectro (não todas, uma de cada vez).

05)

Inicial: Eu acho que sim. Se existe vida na Terra, pode existir vida em outros planetas.

Final: Eu acho que sim. Se existe vida na Terra, porque seria impossível existir vida em um exoplaneta.

Aluno 20

01)

Inicial: Não sei. Imagino que seja qualquer planeta que não seja o nosso.

Final: É um planeta que se encontra fora do sistema solar.

02)

Inicial: Não sei. Mas acho que através dos espectros emitidos.

Final: Através da detecção das linhas espectrais que chegam desse planeta. O núcleo de uma estrela se encontra em processo de fusão de átomos e a essa temperatura os elétrons absorvem energia ao "voltarem" para uma camada inferior liberam radiação em frequência específica, desse modo, cada átomo possui uma "impressão" espectral própria, podendo saber, assim, o que chega. 03)

Inicial: Não lembro. Mas suspeito que esteja relacionado à refração. Uma vez que a luz branca ao atravessar um prisma refrata e se divide nas cores que a compõem.

Final: Pois o espectro eletromagnético provindo do sol ao atingir as gotículas refrata o mesmo e ele se difere através dos comprimentos de onda diferente. Ou seja, cada cor possui um comprimento de onda próprio e isso fará com que vejamos cores diferentes.

04)

Inicial: Nada.

Final: As radiações com capacidade de se dividir em variados comprimentos de onda.

05)

Inicial: Não sei. Não.

Final: Sim. Não. Foram encontradas cadeias carbônicas nas nebulosas (matéria orgânica). Acho que só há cadeias, não um arranjo mais complexo.

Aluno 21

01)

Inicial: Não sei.

Final: É um planeta externo ao sistema solar, porém ainda contido na via láctea.

02)

Inicial: Através do espectro gerado da decomposição de sua luz.

Final: Analisando o espectro emitido por ela, o espectro contínuo sai do centro da estrela e algumas frequências são absorvidas pelos componentes de sua superfície e assim analisamos o espectro de absorção da superfície.

03)

Inicial: Porque ele é a decomposição da luz visível e por isso é um espectro contínuo.

Final: Porque ele é o resultado da dispersão da luz branca em várias frequências(cores) quando a luz passa pelas gotas de água que servem como um prisma ou rede de difração.

04)

Inicial: É o espectro gerado pela decomposição de uma onda eletromagnética como, por exemplo, a luz visível, infravermelha etc.

Final: É o intervalo de frequências das radiações eletromagnéticas, como por exemplo, as ondas de rádio, micro-ondas, luz visível etc.

05)

Inicial: Não sei o que é exoplanetas.

Final: Desde que ele possua condições mínimas para a sobrevivência da espécie que o habita, acredito que sim.

Aluno 22

01)

Inicial: Eu acho que seja um planeta fora do nosso sistema solar.

Final: Um exoplaneta é um planeta que fica fora do nosso sistema solar, mas dentro da nossa galáxia.

02)

Inicial: Através do espectro de luz que ele emite.

Final: Através do conhecimento e estudo do espectro que se observa daqui, pois cada elemento tem uma identidade que mostra no espectro.

03)

Inicial: Através da refração da luz que tem vários comprimentos de onda.

Final: Porque vem do espectro de absorção da luz visível.

04)

Inicial: Espectro gerado por uma onda eletromagnética.

Final: E o intervalo entre a frequência do espectro.

05)

Inicial: Não sei.

Final: Sim, pois os elementos que existem aqui se observa em outros planetas, com isso ter ou não vida irá depender mais do desenvolvimento orgânico do planeta do que por falta de elementos.

Aluno 23

01)

Inicial: Acho que é um planeta fora do sistema solar.

Final: É um planeta fora do sistema solar, porém pode ou não está dentro da galáxia.

02)

Inicial: Usando um telescópio, eu acho.

Final: Sim, podemos ver por espectro de alta resolução, quando mandam as sondas.

03)

Inicial: Não sei.

Final: Porque ele é a dispersão da luz branca.

04)

Inicial: Não entendo.

Final: Um intervalo de frequência da radiação eletromagnética.

05)

Inicial: Não, porque não há gravidade e nem oxigênio.

Final: Acreditar, não acredito, mas estamos descobrindo vários exoplanetas que tem um "possível" oxigênio, água, carvão e entre outros.

Aluno 24

01)

Inicial: Nunca ouvi falar.

Final: É um planeta que está fora do sistema solar.

02)

Inicial: Não sei.

Final: comparando o espectro eletromagnético que ele emite com a dos elementos já conhecidos.

03)

Inicial: Porque ao passar por um prisma ou pela água a luz branca é decomposta em várias outras cores.

Final: Porque ele é a decomposição da luz em todos os seus espectros visíveis ao atravessar uma gota de água ou um prisma.

04)

Inicial: Eu não sei a definição de espectro.

Final: Sem resposta

05)

Inicial: Não sei. Sim. Final: Sim. Acredito

Aluno 25

01)

Inicial: Seria um planeta que não está dentro de uma galáxia.

Final: Qualquer planeta que esteja fora do sistema solar.

02)

Inicial: Analisando a frequência do espectro por eles emitido.

Final: Analisando o espectro eletromagnético proveniente da matéria presente nela ou nele. Essa análise nos fornecerá as raias espectrais que compõem o espectro, além disso, cada elemento possui o próprio espectro de emissão e neste caso, de absorção.

03)

Inicial: Porque cada cor vista, possui um comprimento de onda e índice de refração diferente e quando entram na atmosfera, sofrem refrações com ângulos diferentes.

Final: Porque a luz proveniente do sol sofre refração ao passar pela atmosfera terrestre, sendo assim, veremos mais de uma cor, pois cada cor tem um índice de refração diferente.

04)

Inicial: Penso ser a perturbação causada nas partículas do meio, devido ao movimento dos elétrons dos átomos.

Final: É o resultado da interação dos elétrons de cada átomo.

05)

Inicial: Sim. Sim. Pois os planetas são constantemente atingidos por meteoros, e pode ser, que um desses meteoros fosse parte de rocha terrestre, que foi expulsa do campo gravitacional da Terra com velocidade rasante, carregando consigo bactérias resistentes a essa grande perturbação. Elas começariam um processo de evolução no planeta em que se instalaram, e então, seria a vida existente naquele planeta, contanto que aquele planeta tenha um sol.

Final: Sim. Sim. Mesmo que não seja vida na maneira como conhecemos.

Aluno 26

01)

Inicial: Sem resposta

Final: Qualquer planeta em órbita de outra estrela que não seja o nosso sol.

02)

Inicial: Sem resposta

Final: Sim. Com a espectroscopia que mede a frequência emitida por um planeta ou estrela, e as suas frequências são analisadas, e então é possível saber do que um planeta é feito.

03)

Inicial: Sem resposta

Final: Por ser uma luz contínua que é "quebrada" pela gotícula de água, sendo dividida em várias cores. Então se pode perceber o arco-íris em 7 cores.

04)

Inicial: Sem resposta

Final: O espectro eletromagnético seria as frequências que um material emite e absorve. Existe o espectro contínuo, que tem todas as frequências, o espectro de emissão que um elemento mostra ao ser aquecido, e o de absorção que é o contrário do de emissão.

05)

Inicial: Sem resposta

Final: Ainda, não se sabe ao certo, mas eu acredito que sim, já que o universo tem bilhões de planetas e estrelas que não conhecemos. Como já foi encontrado carbono em certos locais, pode muito bem haver vida fora da Terra. Mesmo que sejam simples microrganismos.

Aluno 27

01)

Inicial: Sem resposta

Final: É um planeta fora de nosso sistema solar.

02)

Inicial: Sem resposta

Final: Através da espectroscopia, pois o espectro é como se fosse a impressão digital dos elementos.

03)

Inicial: Sem resposta

Final: A luz é refletida em uma partícula de água que funciona como um prisma para os raios solares.

04)

Inicial: Sem resposta

Final: É o intervalo das frequências das radiações eletromagnéticas.

05)

Inicial: Sem resposta

Final: Sim, pois do meu ponto de vista, o universo é extremamente vasto e não conhecemos nem 1% dele, então acredito que há uma grande possibilidade de existir vida, porém ser uma bactéria ou uma célula.

F.2 Questionário Final de Avaliação

Aluno 1

01)Sim.

O assunto não costuma ser estudado por alunos de EM e o fato de termos esse conhecimento nos coloca um pouco a frente nesse aspecto.

02) Não tenho nenhum ponto negativo para destacar, mas os pontos positivos foram a forma com que o conteúdo foi abordado fazendo com que nós (os alunos) procurássemos entender a matéria fazendo trabalhos e exercícios em sala de aula.

03)Sim.

Muito, eu sempre tive uma visão muito fechada de física como uma matéria totalmente "exata", mas a forma com que a matéria foi abordada me fez ver como é interessante e é até mais fácil do que parecia.

04)Sim.

Contribuiu visto que quando se mostra uma aplicação para o que é visto em sala de aula a matéria fica mais interessante e logo um assunto que é tão atrativo como astronomia faz tonar mais atrativo.

05)Sim.

Eu nos outros anos de física nunca tinha me pronunciado na aula seja para tirar dúvidas seja para fazer comentários, tanto por vergonha de dizer algo errado tanto por não entender o assunto que estava sendo abordado, mas nesse ano foi diferente, me senti mais a vontade para isso.

06)Não.

07)Sim.

Foram assuntos muito interessantes que inclusive me fizeram fazer um trabalho que englobava o assunto na SCT (Semana de Ciência e Tecnologia).

08)Sim.

Sim, como dito anteriormente isso aumentou muito meu interesse pela matéria além de deixa-la mais interessante e fácil de ser compreendida.

09)O professor abordou a matéria de forma que nos fizesse pensar no assunto e não nos deu a matéria "mastigada" como nos outros anos.

Questões abertas em branco.

- 01) Sim.
- 03) Sim.
- 02) Sem resposta.
- 04) Sim.
- 05) Sim.
- 06) Não.
- 07) Sim.
- 08) Sim.
- 09) Sem resposta.

Aluno 3

01)Sim.

Isso torna a física atual, uma matéria contemporânea a nós, além disso, trata de conceitos que fogem ao senso comum.

- 02)Não tenho o que destacar, sinceramente. No entanto, gostaria de ter aprofundado um pouco mais na FMC.
- 03)Sim.

Porque o estudo da FMC vai de encontro à quase tudo que sabemos sobre a FC.

04)Sim.

Porque exemplifica os conceitos, tornando o entendimento mais fácil.

05)Sim.

Apenas penso que poderia ser passada uma maior quantidade de conteúdo.

- 06)Não.
- 07)Sim.
- 08)Sim.
- 09)Sem resposta

01)Sim.

Foi interessante aprendi coisas legais.

- 02) As contas são bastante chatas, mas a teoria legal.
- 03)Não.

Porque não sou chegado a Física.

04) Não.

Porque ainda não sei para que é utilizada física moderna com astronomia.

- 05)Sim.
- 06) Não.
- 07)Sim.
- 08) Não.
- 09)Sem resposta

Aluno 5

01)Sim.

A explicação do professor foi bem simples e clara facilitando o aprendizado da matéria.

02) Positivamente: conteúdo explicado claro.

Negativamente: Matéria passada muito rápida.

03)Não.

Foi simplesmente um conteúdo de física do ensino médio, como todo o resto.

04) Não.

Para mim a introdução da astronomia foi apenas um bônus de matéria.

05)Não.

Como dito na questão 3, mesmo com uma metodologia diferente, ainda foi uma aula normal de física.

- 06) Não.
- 07)Sim.

Porém foi explicado muito rápido não sendo abordado profundamente.

08)Sim.

Te oferece mais interesse em física quando ela envolve estrelas, nebulosas e afins.

09) Professor ficou de passar análise diferencial.

Aluno 6

- 01)Sim.
- 02)Os conteúdos foram muito bem explicados, mas o método usado para avaliação não foi tão funcional, pois o tema é bastante teórico.
- 03)Sim.

Passei a gostar um pouco mais da matéria.

- 04)Sim.
- 05)Não.
- 06) Não.
- 07)Sim.
- 08)Não.
- 09) As aulas formam muito interessantes, o tema foi o que mais gostei durante o ensino médio.

Aluno 7

01)Sim.

Aprendi coisas que realmente me interessou em física.

- 02)De positivamente o estudo do universo, pois é algo que me interessa e também, o júri simulado que fizemos.
- 03)Sim.

Enxerguei melhor em que a ciência atua e os benefícios que a pesquisa no universo tem nos trazido até hoje.

- 04)Sim.
- 05)Sim.
- 06) Não.

- 07)Sim.
- 08)Sim.
- 09) Sem resposta.

01)Sim.

Sim. É um assunto que gostava muito a após as aulas de FMC passei a gostar mais.

- 02)Positivamente. Tivemos que buscar algumas coisas antes do professor explicar.
- 03)Sim.

Passei a entender mais as palestras desse assunto. Além de perceber, com a FMC que a Ciência não é uma verdade imutável.

04)Sim.

É uma aplicação da Física Moderna, e ficou mais palpável com o uso da Astronomia, o assunto, consegui entender e associar melhor.

05)Sim.

A princípio achei pouco estranho, mas após entender que precisávamos ir "atrás do conhecimento", foi estimulante.

- 06)Sim.
- 07)Sim.

Descobri coisas interessantíssimas sobre Astronomia e isso me motivou mais a estudar isso.

08)Sim.

Deveria ser mais estudado no ensino Médio em geral, além do fato de Astronomia integrar várias disciplinas do EM.

09)Sem resposta.

Aluno 9

01)Participar – Sim.

Estudar - Não.

As aulas foram interessantes, mas eu não gostei da matéria.

- 02) Achei a matéria confusa, mas interessante.
- 03)Não.

Continuo pensando que é interessante, mas confusa e difícil.

04) Não.

Na verdade me deixou mais confusa.

05) Não.

Eu não tenho autonomia de aprendizado com exatas, pois é algo que eu me interesso muito (Eu perdi o interesse por causa da dificuldade que eu sinto com a matéria. Não consigo perceber as coisas sozinhas).

- 06) Não.
- 07)Não.

Achei muito mirabolante e de difícil compreensão.

- 08) Não.
- 09) A posição do professor perante o aluno, mostrando compreensão e se mostrando disposto a ajudar com nossas dúvidas.

Aluno 10

01)Sim.

As aulas foram legais, não foram maçantes, além da matéria ser um assunto interessante.

- 02)Foi uma coisa bem legal, é colorido! Ver os espectros foi bem legal, porque coisas coloridas são legais.
- 03) Depende do ponto de vista.

Eu acho e sempre achei Física uma matéria muito interessante, ela aborda coisas importantes e essenciais, porém eu nunca fui boa em Física, e nunca tive muito interesse por ela. Em FMC, eu vi coisas que me despertaram uma maior curiosidade, algumas que realmente eu nunca tinha ouvido falar.

04)Sim.

Astronomia é um assunto que desperta o interesse da várias pessoas, então é bem oportuna utilizá-la para despertar o interesse em outras áreas também.

05)Sim.

Eu fiz algumas pesquisas por conta própria, pra tirar algumas dúvidas e saciar algumas necessidades.

06)Sim.

07)Sim.

Sim, porque são coisas que estão longe de nós e despertam um interesse e uma curiosidade enorme, porque nós não sabemos quase nada, é um mistério.

08)Sim.

Porque é um assunto que eu gosto, então envolvê-lo em outras coisas que eu não acho interessante desperta mais meu interesse.

09)Como eu já disse, é colorido, e isso é muito legal. Ir ao laboratório foi bom também, porque quando nós temos a oportunidade de ver algo mais palpável.

Aluno 11

01)Sim.

Foi muito interessante e pude agregar muitos e conhecimentos sobre coisas que estão e vão além do meu cotidiano.

- 02)Positivamente, pois foram utilizados muitos meios didáticos que despertam o interesse do aluno, além das aulas experimentais no laboratório de Física Moderna.
- 03)Sim.

As aulas de FMC despertaram em mim o gosto pela física, através das explicações de muitos fenômenos detalhadamente, os quais pude entendê-los.

04)Sim.

Com a astronomia pude compreender uma aplicação da FMC através da teorização das diversas ferramentas utilizadas na astronomia.

05)Sim.

Através das questões levantadas indaguei-me sobre muitas questões sobre muitos fenômenos e processos, os quais compartilhei com os demais presentes nas aulas e sempre buscava pesquisar sobre os diversos assuntos abordados na aula, pois despertam o meu interesse. A metodologia, em que todos participavam, implicou nesse interesse.

06) Não.

07)Sim.

Com assuntos de astronomia, além de aprender sobre Física Moderna agalguei muitos conhecimentos sobre uma área, antes desconhecida por mim.

08)Sim.

Aprendi novos conceitos físicos, além de aprimorar outros conhecimentos, vendo a aplicação na astronomia, o que favoreceu meu interesse.

09)Sem resposta.

Aluno 12

01)Sim.

Achei interessante, pois durante as aulas fiz novas descobertas fascinantes sobre Física Moderna e contemporânea.

02)Positivamente eu destacaria a exposição do tema de forma clara, além das dinâmicas que o professor utilizou durante as aulas. Negativamente eu gostaria de destacar pouca participação de alguns alunos.

03)Sim.

Muitos assuntos abordados durante as aulas foram novos para mim, desta forma alguns fenômenos tornaram-se mais claros em minha mente.

04)Sim.

Com certeza o estudo da astronomia foi de vital importância para o aprendizado dos conceitos de FMC, além disso, ajudou-me a entender o funcionamento das galáxias.

05)Sim.

A forma que o tema foi abordado me estimulou mais ainda a aprender os princípios da Astronomia, além de aprofundar mais conhecimentos na área.

06)Sim.

07)Sim.

A Astronomia sempre me causou grande fascínio e interesse e as aulas proporcionaram dentro de sala o estudo de um tema que me agrada.

08)Sim.

A Astronomia é uma área muito importante da Física, entender melhor como o universo se comporta é um passo importante para a criação de novas tecnologias e ampliação dos conhecimentos.

09)Sem resposta.

Aluno 13

01)Sim.

Apesar de seu método um pouco diferente do que de costume, achei de certa forma eficaz.

- 02)Positivamente, tenho a dizer que essas aulas foram bem envolventes e instrutivas. Negativamente, tenho a dizer que o uso frequente de slides torna a aula um pouco monótona. Tenho problemas com isso.
- 03)Sim.

De certa forma contribuíram sim pelo fato da aula ser bem envolvente.

04)Sim.

Pois sempre é boa a inserção de curiosidades e fatos práticos na aula.

05)Não.

Não me estimulou.

06) Não.

07)Sim.

Gostei bastante.

08)Não.

Não acho.

09)Sem resposta.

01)Sim.

Pois me interesso muito pelo conteúdo.

- 02)O aprendizado sobre astronomia foi extremante interessante.
- 03)Não.

Apenas confirmaram o que eu pensava antes.

04)Sim.

Juntou uma matéria ligeiramente complicada com um conteúdo extremamente interessante, facilitando o aprendizado.

- 05)Sim.
- 06) Não.
- 07)Sim.

Já me interessava entes, hoje me interesso mais.

- 08)Sim.
- 09) A aplicação da física na vida "real".

Aluno 15

01)Sim.

Foi muito interessante conhecer sobre a Física Moderna, sobre os espectros etc.

- 02)Positivamente temos o debate sobre o investimento no espaço, o estudo da astronomia e a aula de laboratório.
- 03)Sim.

Antes delas não tínhamos conhecimento sobre a Física ao nosso redor.

04)Sim.

Pois torna a FMC mais interessante e instiga os alunos a aprendê-la.

05)Sim.

Pois a forma didática nos fez querer entender o espaço.

- 06) Não.
- 07)Sim.

Pois a astronomia é muito interessante ainda mais quando associada ao ensino da FMC.

08)Sim.

Pois é uma forma didática chamativa.

09)Sem resposta.

Aluno 16

01)Sim.

Pois é uma matéria bem ampla e explica contextos que não são triviais.

- 02)Positivamente. Dada de uma forma bem explicada utilizando exemplos do cotidiano.
- 03)Não.

Pois já tinha visto alguns aspectos anteriormente.

04)Sim.

Pois astronomia é um conteúdo muito amplo e bem admirado pelos alunos.

05)Sim.

Pois o assunto me desperta intrigações.

- 06)Sim.
- 07)Sim.

Pelo mesmo motivo da 05.

08)Sim.

Pelo mesmo motivo da 05.

Aluno 17

01)Sim.

Permitiu uma nova visão da física estudada não se limitando apenas a cálculos e fórmulas.

- 02)A metodologia de ensino, temas abordados e questões levantadas proporcionaram maiores entendimentos e interesse pelas aulas.
- 03)Sim.

Foi possível ter um contato mais direto com a Física por meio de pesquisas mais detalhadas sobre determinados temas, realização de experimentos e aula em laboratório mostrou sua presença e importância no dia a dia.

04)Sim.

05)Sim.

A metodologia utilizada foi muito estimulante, pois a maneira como as aulas eram ministradas permitia diálogos abertos, liberdade para comentários e dúvidas.

06) Não.

07)Sim.

Sim, passei a ter noção, mesmo que mínima, mas científica da imensidão do universo em que vivemos: sua complexidade e o quão pequeno é o nosso conhecimento.

08)Sim.

Sim, pois é uma das poucas coisas da área de extas que consigo entender.

09)Sem resposta.

Aluno 18

01)Sim.

Interessante ver na prática os experimentos comentados em sala.

02)Positivo: interativas e dinâmicas.

Negativo: ritmo acelerado.

03)Sim.

Expandiu minha visão relacionada às aplicações da Física, que era mais restrita à física clássica.

04) Não.

Não vi muito efeitos notáveis, mas não posso dizer com propriedade, já que nunca havia estudado nenhum dos assuntos.

05)Sim.

Gostei da forma como o assunto foi exposto, apesar de considerar um ritmo um tanto acelerado.

06) Não.

07)Sim.

Gostei de saber o quão pequeno somos no universo e ver algumas descobertas feitas nessa área, mas não tenho interesse de me aprofundar no assunto.

08)Sim.

Um assunto interessante a ser estudado (e olha que não gosto de física).

09) Sem comentários.

Aluno 19

- 01)Sim.
- 02) Não tenho nada a destacar negativamente.
- 03)Sim.
- 04)Sim.
- 05)Sim.
- 06) Não.
- 07)Sim.
- 08)Sim.
- 09) A matéria apresentada foi bem instigante e os experimentos foram muito bons.

- 01)Sim.
- 02)Gostei da dinâmica do ensino.
- 03)Sim.
- 04)Sim.
- 05)Sim.
- 06) Não.
- 07)Sim.
- 08)Sim.

09)O aspecto mais importante a meu ver é avaliar com trabalhos e pesquisas, isso ajuda a assimilar a matéria e gostar mais da matéria.

Aluno 21

01)Sim.

Confesso que não gosto muito de cálculos, mas gosto dos conceitos, pois além de aprendermos coisas novas, passei a perceber coisas que nunca percebi. Além de algumas aulas serem divertidas e interessantes.

02)O único ponto negativo foi o fato de que não teremos muitas experiências práticas.

03)Sim.

Sempre achei a física como sendo um monte de conceitos e fórmulas que nunca vamos usar, mas agora percebo que a física está em tudo e sem ela, não teríamos praticamente nada que temos hoje e nas fórmulas podem nos moldar no futuro.

04)Sim.

Acho que todo mundo já quis ir para o espaço, mais poucas pessoas tem oportunidade, é muito importante estudarmos a astronomia já que, estudamos coisas do tema, devemos estudar o espaço, pois é onde estamos e pouco conhecemos.

05)Não.

A aula seria mais interessante e ajudaria mais no aprendizado, se as aulas tivessem experimentos relacionados a cada matéria estudada, por que só aprender com teoria fica repetitivo e cansativo, além disso, as aulas se tornavam mais descontraídas e divertidas.

06)Sim.

07)Sim.

As aulas de astronomia me fizeram abrir os olhos e perceber o quão pequenos somos no universo, e se desaparecesse não mudaria nada no universo.

08)Sim.

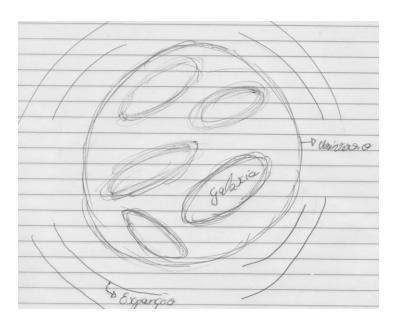
Como vimos diversos lugares abordando o espaço, como filmes, documentários, em outras matérias, fica fácil assimilar um conceito da física mesmo não tendo noção de sua dimensão.

09) Seria legal se as pessoas e o governo tivessem um pouco de interesse na física, além de aprendermos muitas coisas sobre o universo ou até mesmo no nosso dia a dia. A física é uma coisa que ajudaria em muitas coisas do nosso cotidiano. Afinal, sem ela não teríamos TV, computador, não saberíamos da existência de outros planetas, entre muitas outras coisas.

F.3 Atividade Livre – Estrutura do Universo

Aluno 1 "Universo é tudo que existe, todos os planetas, estrelas, galáxias, tudo que é matéria."

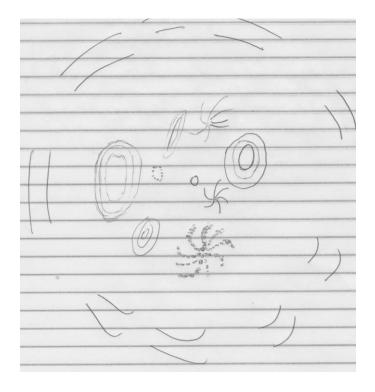
Aluno 2



Aluno 3

"O universo possui inúmeras galáxias, e essas galáxias possuem diversas estrelas, planetas, satélites e demais corpos celestes. O universo é imenso e está em expansão."

"O universo é um conjunto de galáxias e novas coisas que se expandem ao infinito e além."

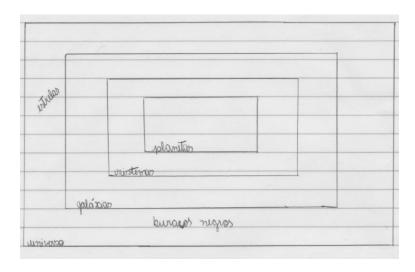


Aluno 5

"Não encontrei meios para descrever o universo."

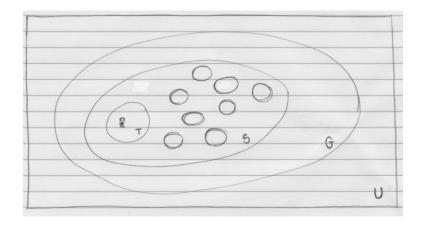
Aluno 6

"Algo que está em constante expansão. Um conjunto que abrange todos os outros conjuntos."





Aluno 9



"O universo é um cenário de magia inigualável, de dimensões ainda indefiníveis, onde fluem em coexistência todas as variações possíveis de energia."

Aluno 11

"Universo é todo o espaço infinito e ao mesmo tempo o limite, pois não existe algo fora do universo. No universo são encontrados planetas, estrelas, luas, buracos negros e galáxias. Tudo está presente dentro do universo."

Aluno 12

"O universo é o conjunto de galáxias, as quais são compostas por estrelas e plantas."

Aluno 13

$$S = \{galáxia \in ao U / U = \infty\}$$

"Universo é infinito, cheio de planetas, estrelas, corpos celestes em geral e seus derivados."

Aluno 14

"O que é universo? Junção de tudo existente do Sistema Solar (contando com este)."

Aluno 15

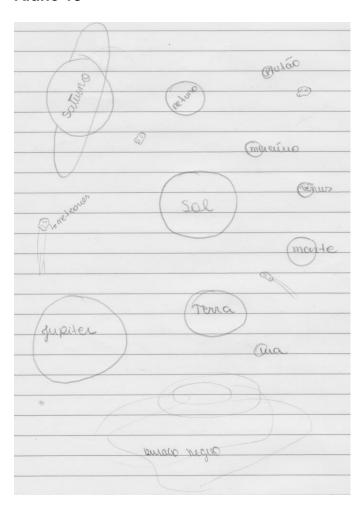
Não fez.

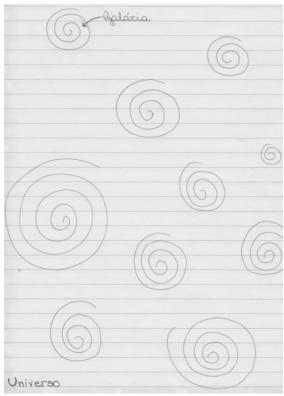
"Acho que o universo é infinito e é um conjunto de galáxias, estrelas, planetas, entre outras coisas. Além disso, não chegamos nem perto de conhecer tudo o que ele contém."

Aluno 17

"Universo: Infinito. Expansão."

"Uma caixa com elasticidade infinita, em constante ampliação."

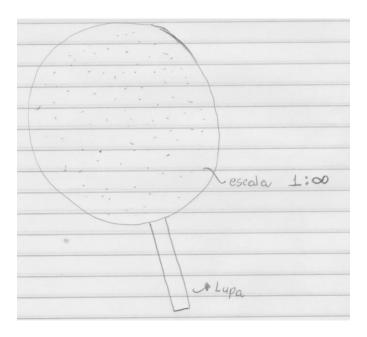




Aluno 20

"Pouco sabemos sobre o universo. Imagino que exista o multiuniverso, uma vez que se sabe que ele está em expansão acelerada. Então ele se expandindo sobre não sei suas dimensões. Sei que é composto de energia escura (maior), matéria escura, e os planetas, estrelas (coisas visíveis) e o restante. Sabe-se que o universo está esfriando."

- "- Imensidão.
- Tudo.
- Expansão.
- O todo.
- O que contém tudo.
- O desconhecido."



"O universo é a junção de todas as coisas. Onde vivemos é o universo, o mais simples. E o universo é tudo o que conhecemos."

Aluno 23

"Terra, dentro do sistema solar, dentro da galáxia, dentro da via láctea e dentro do universo, um conjunto de várias estrelas, constelação, planetas e entre outras coisas."

Aluno 24

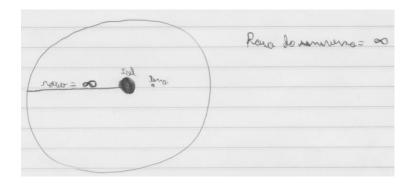
"É uma junção de vários planetas e astros que está em constante modificação e expansão."

Aluno 25

"O universo é o espaço que contém toda matéria visível e escura, além de toda energia, seja lá qual for."

Aluno 26

"Um espaço onde não existem limitações, não existe fim. Tem tudo que existe."





F.4 Júri Simulado

Aluno 1

"Na fase de pesquisa, houve encontros entre os integrantes do grupo para debatermos sobre o assunto, para uma melhor apresentação."

"O debate foi intrigante."

"Em geral, o debate nos trouxe maior conhecimento sobre o assunto, melhorou o ponto de vista da turma, trazendo também uma busca de melhor capacidade de argumentação de cada um sem desrespeitar o outro."

"... com argumentos fortes dos dois lados, que o tempo inteiro manteve a calma e sensatez (até o final quando foi dado o resultado) ..."

"A construção dos argumentos se deu primeiro criando um grupo para debate no celular e pesquisando sobre pontos a favor e contra para ter uma visão mais ampla..."

Aluno 3

"No debate situei-me no grupo a favor, embora a princípio fosse contra o tema proposto. Prontamente fui à busca de informações sobre o assunto, tanto informações positivas como informações negativas, e deparei-me com inúmeros benefícios trazidos para humanidade devido ao investimento em tecnologias voltadas à astronomia, como por exemplo, o desenvolvimento do computador pessoal, câmeras fotográficas, webcams, satélites, entre outros. Logo, percebi que era totalmente dependente dessas tecnologias provenientes do investimento em astronomia."

"Contudo, tornei-me a favor, uma vez que realmente entendia o assunto."

"Numa troca de ideias com alguns integrantes do grupo, construímos argumentos defendendo a tema, fatores contra que poderiam ser abordados e discutimos sobre cuidados que deveríamos tomar, para que não abríssemos brechas. Porém, não nos reunimos com o todo o grupo e não nos organizamos, visto que não sabíamos como seria o debate e as suas possíveis regras."

"Além de pesquisar na íntegra, ouvimos o ponto de vista de inúmeros servidores do Campus, sendo a grande maioria a favor, mas com aspectos que não concordavam."

"Contudo, o tema do debate foi bastante interessante e abrangente, pois se trata do desenvolvimento tecnológico e humano numa área onde ao que parece é um tiro no escuro. Mesmo com a vitória de apenas um grupo, acredito que todos saíram ganhando, pois foram incorporados diversos conhecimentos no setor de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias espaciais, além do aperfeiçoamento

da nossa capacidade de argumentar para defender o nosso ponto de vista, respeitando o ponto de vista do outro."

Aluno 4

"O debate foi fundamental para expor e defender minhas ideias. Quando a experiência nos mostrou o quanto é bom discutir um assunto com consciência e respeito a uma pessoa com opinião oposta."

Aluno 5

"O debate em si saiu melhor do que o esperado a meu ver, os argumentos foram bem postos no início, estava equilibrado a disputa, mas o grupo acabou se afundando quando todos começaram a falar o plano foi por água baixo, ..."

Aluno 6

"No geral, o debate foi levado muito a sério pelos alunos e foi muito bem sucedido."

Aluno 7

"Atividade extremamente interessante e importante para ampliação de conhecimentos no tema proposto bom como novas descobertas sobre o mesmo."

"O formato(debate) foi instigante pela necessidade de pesquisas bem fundamentadas e organização de argumentos sólidos, e particularmente estar no grupo contra foi bem estimulante."

"O grupo reuniu-se no contra turno para discussão dos pontos mais importantes de discussão tanto para "ataque" quanto para "defesa" do ponto de vista contrário. ..."

"O debate em si, foi executado de forma equilibrada e respeitosa, com nenhum dos lados sendo, por assim dizer, "massacrado". A duração foi adequada não tornando a atividade cansativa, em suma, uma atividade excitante."

"Não foi a primeira vez que tivemos a proposta de um debate, mas colocá-lo em prática como fizemos foi bastante inovador. Por ser um assunto que não ouvimos muito no nosso cotidiano, acabamos aprendendo bastante para entrarmos no assunto e podermos discutir sobre ele."

"Quanto à execução do debate é importante ressaltar a organização, tanto por parte do professor, que administrou o mesmo, quanto por parte da turma, que colaborou com o método. Foi uma experiência bem satisfatória desde a organização dos argumentos até sua exposição."

"O desenvolvimento de debates e discussões a respeito de temas mais diferenciados estimulam o amadurecimento ideológico dos alunos, com base nos temas escolhidos há também a descoberta de novas ideias e conceitos. A incitação à pesquisa age como um meio de ensino, em que, para se sair bem no debate, o aluno precisa estar ciente dos principais pontos do assunto, aprendendo por conta própria."

"No caso do grupo "contra", do qual eu faço parte, foi realizada uma reunião, no contra turno, entre os componentes do grupo para que houvesse um compartilhamento de ideias. Nós propusemos colocar os nossos argumentos em ordem e chegar a uma visão mais geral do assunto. Fomos capazes de criar um momento de apresentação e crítica de ideias, no qual a maioria dos constituintes colaborou com seu conhecimento prévio a respeito do tema."

"Como um meio interativo e dinâmico de aprendizado, foi possível que nós discutíssemos de maneira ética e aberta."

Aluno 9

"O tema foi muito interessante, me fez refletir bastante e conhecer um assunto o qual não tinha tanto domínio. Ao decorrer das pesquisas e discussões dentro do próprio grupo descobriu várias coisas que foram trazidas para o planeta por meio das pesquisas espaciais."

Aluno 11

"...foi algo diferente e que despertou curiosidade em mim me fazendo sair da minha zona de conforto e buscar conhecimento sobre o tema."

"A pesquisa foi muito interessante, pois fez meu grupo trabalhar em conjunto buscando argumentos fortes e procurando saber quais os contra argumentos..."

Aluno 12

Aluno 13

"As explorações espaciais tem como consequência um acumulo enorme de conhecimento sobre o espaço que nos rodeia, e como esse espaço interfere no nosso planeta, enriquecendo campos da Física, Química, Biologia e até mesmo Filosofia. Essas pesquisas são desafios atraindo grandes cientistas e tem como resultado soluções de engenharia que de outra forma não teriam chance de aparecer, ou demorariam tempo demais para serem simplesmente "inventadas". Dispositivos como câmeras que operam no infravermelho, bombas cardíacas, lasers, além de mecanismos de purificação de água e limpeza de derrame de petróleo, são exemplos de adaptações de tecnologias espaciais com importantes aplicações para a medicina, ecologia, e até mesmo para segurança e prevenção de acidentes ou catástrofes."

"O debate foi uma experiência nova, e muito bem vinda, embora nem todos tenham participado como deveria ser. Apesar da linha de tensão causada pelo clima inconsciente de competição, a civilidade foi posta em prática, o que, levando em consideração o histórico da turma, deve ser pontuado."

"A construção das ideias foi feita através do mapeamento de argumentos que poderiam ser usados e suas respectivas réplicas foram buscadas, as principais fontes foram pesquisas na internet, com ênfase em sites de agências espaciais e grandes portais de notícia, além de conversas com professores da instituição."

"Escolhi o "lado do sim" porque de fato digo para as pesquisas espaciais, para qualquer tipo de pesquisa e todo conhecimento possível, não só teórico como também prático, o que com o debate pode ser adquirido. Aprendemos um pouco, modestamente falando, sobre como defender o próprio ponto de vista, a procurar e usar informações a nosso favor, noções de coletividade, trabalho grupal, respeito mútuo, e de que nada adianta o saber pelo saber, ele deve ser utilizado seja para ganhar um debate, passar num concurso ou levar o homem à Lua."

Aluno 14

Aluno 15

"Um trazia dados confrontavam com os dados do outro grupo, ocasionando um debate de alto nível argumentativo. Os lados não se limitaram a nossa época, fizeram uma sustentada busca histórica sobre a pesquisa em tecnologia, não somente espacial, argumentar contra ou a favor."

"Apesar disso, é inadequado estabelecer o rótulo de perdedor para qualquer um dos dois lados, pois mesmo com a existência de uma divergência argumentativa, ambos mantiveram uma solidez em suas convicções, o que fez com todos os presentes pensassem mais sobre o assunto, independente do seu lado ou ideologia."

"Tentamos construir uma argumentação baseada na priorização dos fatos. Consultamos os melhores sites para tentar provar a inviabilidade do modelo atual de pesquisa, demonstrando incoerências e falhas."

Aluno 16

"Esse tema foi indiferente para mim, nunca parei para pensar se sou a favor ou contra o investimento em tecnologia astronômica. Contudo, depois de inúmeras pesquisas, estimuladas pelo debate do dia18/09/15 em que tive que debater a favor, descobri que sou a favor dessas pesquisas mesmo tendo consciência dos argumentos contra que existem. Penso que alguns pormenores não se comparam aos inúmeros benefícios que essa tecnologia traz."

"O processo de organização desses argumentos foi bem revelador e instigante. Pude notar o quanto ganhamos com essas pesquisas. Muitos dizem que descobrir coisas sustentáveis sobre o universo é algo quase intangível, todavia, essa tecnologia acaba não sendo apenas para a descoberta de novos planetas habitáveis ou coisa e tal, mas também, para grandes descobertas que ficam conosco para melhorar nossas vidas."

Aluno 17

"Já nas próprias pesquisas, vi quantas pessoas passam fome (805 milhões) e quantas estão desnutridas (até 2 bilhões) e quão pouco custa ajudar às crianças nessa situação (segundo os Médicos Sem Fronteiras, é possível fazer uma grande diferença com 30 reais mensais), e outros problemas sociais e ambientais do nosso planeta. Também vi que as tecnologias espaciais poderiam ajudar nesses problemas, como com o mapeamento por satélites de solos férteis nas áreas com escassez de alimentos, além de alternativas."

"Por fim, posso dizer que o debate foi uma ótima experiência que envolveu trabalho em equipe e uma surpreendente coesão e tolerância por parte de todos."

Aluno 18

"..., eu particularmente sou a favor. (...), por certa curiosidade e por acreditar que esses estudos e investimentos podem nos trazer maiores tecnologias e logo maior autonomia no mercado."

Aluno 19

"Por outro lado, aprendi que um debate pode ser civilizado, existe sim a hora para falar, juntar argumentos e eleger uma pessoa certa para falar, torna tudo mais organizado, dentre outras coisas."

"Apesar de não ter aproveitado o debate por suas razões óbvias, aprendi bastante sobre convivência, especialmente com meus colegas de classe."

"A astronomia me fascina tanto quanto a física quântica, uma vez que ambos estão em busca de "universos" intangíveis a nós e esses acabam explicando aquilo que é tangível."

"O processo de pesquisa foi bem intrigante, já que esperava conseguir algum tipo de ponto negativo em relação ao proposto."

"Esse debate foi importante, pois ajudou na questão de saber o que é um debate e como respeitar o oponente, além de mudar um pouco minha visão a respeito do assunto, já que pude olhar o ser humano de uma forma diferente."

Aluno 21

"O debate foi bem interessante e instigador, além de cumprir com perfeição a função de nos fazer pesquisar a respeito e, por fim, construir uma opinião a respeito do tema, exatamente o que aconteceu comigo, no início eu nunca tinha parado para pensar sobre, mas com o debate pude entender ambos os lados e tirar minhas conclusões sobre o assunto."

Aluno 22

"O debate foi uma dinâmica sensacional para despertar o interesse de pessoas que nunca gostaram da disciplina começarem a gostar. Ele foi feito de uma maneira bem pensada pelo professor Robson, e também houve respeito de ambos os lados, ..."

"... e, além disso, desenvolveu meu senso crítico em relação ao assunto e abriu meus olhos em alguns aspectos."

Aluno 23

"Bom, o debate foi um tanto ótimo, pois a parte a favor descobriu várias utilidades da astronomia no cotidiano, e suas descobertas incríveis e que também há muito tempo desde o Egito eles estudam as estrelas."

"Ao longo do debate, houve um respeito para nós dialogarmos, ..."

Aluno 25

"Ter a mínima noção de como é o nosso universo, qual a sua importância, do que é composto e etc., não é algo que muitos sabem, ou melhor, nem mesmo os pesquisadores mais focados dessa área sabem com precisão sobre este fato, portanto, é óbvio que devemos investir em pesquisas para podermos saber mais sobre tal."

"Tivemos que pesquisar por conta própria, argumentar com o grupo sobre as descobertas, formular a nossa própria argumentação, pesquisar dados com fontes confiáveis, e etc. De forma resumida, sentimos a sensação de buscar o conteúdo, e não de recebê-lo e aceitar como verdade. Aliás, este tema tem sido o foco principal dos pesquisadores da área do ensino, eu particularmente, acredito na sua eficiência."

"Concluindo, julgo o debate como uma experiência única e como uma incrível maneira de aprender um pouco mais sobre o incrível mundo da Física, em especial, sobre as discussões que julgo ter um caráter dual, Físico e Filosófico. É imprescindível para o avanço de qualquer ciência, saber como realiza-lo e se é proveitoso realiza-lo, ou seja, o debate principalmente ético deve estar constantemente inserido na comunidade científica, e isto é claro, abrange as nossas escolas."

Aluno 26

Aluno 27

"O debate em si foi de grande importância, assim como todo o processo de construção dos argumentos. Estando no grupo do "a favor", quanto mais pesquisávamos, mais me convencia que a grande importância dessas pesquisas. Todo o processo foi de vital importância para que a partir de fontes sólidas, pudéssemos construir uma estrutura de informações sobre o assunto."

"Eu, como estudante, na adolescência e com pouca e ao mesmo tempo muito experiência de vida, ainda estou com minha opinião em construção sobre muitos assuntos, e, pessoalmente, achei de grande proveito o debate promovido, pois assim pude ter uma visão mais ampla sobre o assunto. Grande proveito tirei de minhas pesquisas e de meus colegas, pontos de vista diferentes e fatos aguçam nossa curiosidade, interesse e contribuem para nosso crescimento intelectual. (...) Deixo aqui minha satisfação de poder ter participado de uma experiência que me levou além dos horizontes dantes vistos."

Apêndice - G

O Produto: Proposta Didática de Introdução à FMC a

partir da Astronomia

G.1 Introdução

Essa proposta didática, que objetiva promover uma introdução à Física

Moderna e Contemporânea (FMC) para estudantes do Ensino Médio a partir da

problematização de temas de Astronomia, tendo como referencial teórico os Três

Momentos Pedagógicos (3MP), foi elaborada como produto final do trabalho de

pesquisa de Robson Leone Evangelista no Programa de Pós-Graduação em

Ensino de Física da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGEnFIS-Ufes)

no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), orientado pelo

Professor Dr. Sérgio Mascarello Bisch.

Esperamos com esse material contribuir para a formação dos educandos

de uma maneira diferenciada de forma a proporcionar-lhes uma nova

interpretação do mundo que os cerca, tornando-os mais críticos e com maior

autonomia, capazes de analisar os seus cotidianos a partir dos modelos

científicos atualmente aceitos.

G.2 Objetivos

Nessa seção apresentamos os objetivos que foram sugeridos para a proposta

didática. Procuramos dividi-los em objetivo geral e objetivos conceituais

específicos, associados aos conteúdos de Astronomia e Física Moderna e

Contemporânea abordados na terceira série do Ensino Médio.

G.2.1 Objetivo Geral da Proposta Didática

Utilizar a Astronomia como temática central e uma dinâmica baseada nos 3MP

para o ensino de FMC no Ensino Médio.

168

G.2.2 Objetivos Conceituais Específicos de Astronomia

- Conceituar exoplanetas.
- Abordar a estrutura e principais componentes do universo visível: planetas, estrelas e galáxias.
- Identificar as fases da evolução estelar.
- Abordar as ferramentas que os astrônomos utilizam para identificar os constituintes químicos e físicos dos objetos celestes observáveis, especialmente a espectroscopia.

G.2.3 Objetivos Conceituais Específicos de Física Moderna e Contemporânea

- Conceituar radiações eletromagnéticas e localizá-las no espectro eletromagnético.
- Relacionar a potência irradiada por um corpo com a temperatura superficial do mesmo.
- Associar a frequência da radiação emitida com maior intensidade à temperatura do corpo.
- Reconhecer o comportamento dual das radiações eletromagnéticas.
- Descrever o modelo atômico de Bohr.
- Associar as linhas espectrais emitidas pelos átomos aos saltos quânticos dos elétrons.
- Diferenciar espectros de emissão e de absorção de átomos.

G.3 A Proposta Didática

A seguir apresentamos a proposta didática para ser aplicada para alunos da terceira série do Ensino Médio, composta por cinco atividades elaboradas a partir de uma metodologia dialógica e problematizadora, baseada na dinâmica dos 3MP, inspirados na dialogicidade freireana, para abordar conteúdos de FMC

referentes à radiação térmica de corpo negro, o modelo quântico para as radiações eletromagnéticas, a dualidade onda-partícula, o modelo atômico de Bohr e a análise espectral. Buscamos, fazendo uso da estrutura dos 3MP, abordar esses conteúdos a partir de problemas vivenciados pelos educandos no contexto de assuntos presentes na mídia, e contemplados nos documentos oficiais, envolvendo conteúdos de Astronomia. Posteriormente, utilizamos diversas estratégias para facilitar a apropriação dos conhecimentos associados a Astronomia e a FMC, tais como: leitura e interpretação de textos, simulador computacional, júri simulado, pesquisa, produção e apresentação de trabalhos e atividade experimental. Finalmente, os conceitos trabalhados foram aplicados em um contexto envolvendo análises de informações astronômicas ou sistematizados através das questões iniciais.

Ao trabalhar com a dinâmica dos 3MP o educador deve levar em consideração que o processo educativo dialógico deve permitir uma interação constante entre educador e educando, possibilitando que ao longo do processo várias estratégias possam ser usadas para propiciar a problematização necessária para favorecer a apropriação de novos conhecimentos científicos. Sendo assim, essa proposta didática não deve ser vista como uma estrutura rígida que não possa ser adaptada ao longo do processo de aplicação, pelo contrário, baseando-se no que disse Delizoicov, Angotti e Pernambuco:

[...] são necessárias estratégias que permitam às dificuldades de compreensão serem explicitadas e resolvidas.

A dialogicidade, por propiciar uma interação constante, possibilita que a todo momento se façam ajustes na programação. (DELIZOICOV, 2011)

As atividades aqui propostas, na sua maioria, foram desenvolvidas para serem discutidas inicialmente em grupos pequenos e posteriormente compartilhadas com o grande grupo durante o primeiro momento, a problematização inicial (PI). Como estratégia para a resolução dos exercícios propostos, sugerimos dividir a sala em grupos pequenos, normalmente duplas para, a posteriori, discutir e corrigir os exercícios para o grande grupo. Uma boa estratégia é permitir que os próprios educandos realizem a intervenção de

correção, esse é um bom momento para se avaliar a apropriação da linguagem científica por parte dos educandos e, se necessário, realizar algumas intervenções para auxiliar a construção do modelo científico atual.

G.3.1 Atividade I: Exoplanetas

Essa atividade inicia-se questionando a respeito do que são exoplanetas, sobre a possibilidade de existir vida em um desses astros e como obtemos informações a respeito deles. Para fornecer subsídios para essa discussão apresenta-se o vídeo Wanderers (WERNQUIST, 2014) que mostra as concepções artísticas sobre a possibilidade de colonização de planetas a partir de locais reais já pesquisados em nosso sistema solar (PI).

Num segundo momento, com a finalidade de aprofundar o conhecimento necessário para responder às questões propostas, sugere-se a leitura de um texto a respeito da descoberta de água na superfície de um exoplaneta, "Cientistas americanos detectam água na atmosfera de exoplaneta" (acessado em: http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2014/09/cientistas-americanosdetectam-agua-na-atmosfera-de-exoplaneta.html), e uma leitura ou explanação para a turma a respeito das radiações eletromagnéticas e o espectro eletromagnético. Nesse momento é conveniente que o educador aborde os conceitos a respeito dos exoplanetas e suas formas de observação. O educador deve ainda optar entre fazer a leitura e discussão do texto sobre o espectro eletromagnético ou fazer uma explanação direta sobre o assunto abordado. Cabe lembrar que é interessante, inicialmente, realizar a leitura em pequenos grupos para motivar o diálogo entre os educandos. Durante a abordagem sobre o espectro eletromagnético, sugere-se problematizar a respeito de algumas aplicações das radiações eletromagnéticas presentes no nosso cotidiano, tais como: nas comunicações, em equipamentos médicos, radiações nocivas a nossa saúde e radiações emitidas por alguns astros celestes e detectados por equipamentos aqui no nosso planeta (OC).

Ao final, retoma-se as questões iniciais com a finalidade de aplicar o conhecimento sistematizado no momento anterior e apresenta-se outras questões com a finalidade de provocar novas situações onde o educando possa aplicar esses conhecimentos (AC). Uma questão sugerida está associada a

natureza dos arco-íris, poderá ser abordado também a relação das radiações eletromagnéticas envolvidas no efeito estufa ou um estudo das radiações eletromagnéticas nocivas ao ser humano.

A seguir apresenta-se no quadro G.1 a organização sugerida para a aplicação da proposta didática sugerida nessa atividade. Vale ressaltar que ao realizar-se uma abordagem problematizadora e dialógica evidenciado os saberes prévios dos educandos, tem-se que ser capaz de rever e reinventar o planejamento a todo instante.

ETAPA DOS 3MP		ATIVIDADE	OBJETIVO	DURAÇÃO
PI	A A	Apresentação do filme Wanderers Problematização inicial (PI): - O que são exoplanetas? - Seria possível existir vida em um exoplaneta? Como seria possível descobrir isso? Você acredita nessa possibilidade? - Como é possível conhecer a composição de uma estrela ou de um exoplaneta aqui da Terra?	Problematizar a respeito da natureza dos exoplanetas, as radiações eletromagnéticas e a estrutura da matéria.	50min
		O que você entende por espectro eletromagnético?Por que o arco-íris é formado por várias cores?		
	>	Leitura do Texto: Cientistas americanos detectam água	Abordar os seguintes	
OC	A	na atmosfera de exoplaneta. Aula expositiva sobre o espectro eletromagnético utilizando o projetor de multimídia.	conteúdos: Astronomia: - Exoplanetas - A estrutura do	30min
			Universo	

		FMC:	
		- Espectro	
		Eletromagnético	
	Retomada das questões	Aplicar o	
A.C.	iniciais.	conhecimento	2000
AC		contemplado no	20min
		momento anterior.	

Quadro G.1. Organização das atividades proposta na atividade I – Exoplanetas.

G.3.1.1 Material utilizado na atividade

> Questionário Inicial e Final utilizado na problematização inicial (PI):

A seguir apresenta-se algumas questões que podem ser levantadas pelo professor no momento da problematização inicial. Esse questionário pode ser aplicado para ser respondido individualmente, antes do desenvolvimento da atividade e, logo em seguida ao encerramento da etapa de aplicação do conhecimento (AC), para que o aluno possa novamente responder as questões e, se possível, compartilhar suas respostas com o grupo.

- 01) O que é um exoplaneta?
- 02) Como é possível conhecer a composição de uma estrela ou de um exoplaneta agui da Terra?
- 03) Por que o arco-íris é formado por várias cores?
- 04) O que você entende por espectro eletromagnético?
- 05) Seria possível existir vida em um exoplaneta? Como seria possível descobrir isso? Você acredita nessa possibilidade?

Vídeo utilizado na problematização inicial (PI):

Wanderers, um curta-metragem de Erik Wernquist.

Acessado em: https://www.youtube.com/watch?v=ZY114PT19Rw



Figura G.1. Tela inicial do filme Wanderers usado na problematização inicial (PI)

> Texto utilizado na organização do conhecimento(OC):

Cientistas americanos detectam água na atmosfera de exoplaneta

Planeta tem tamanho de Netuno e orbita ao redor da estrela HAT-P-11. Descoberta foi publicada na revista Nature.

Acessado em: http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2014/09/cientistas-americanos-detectam-agua-na-atmosfera-de-exoplaneta.html

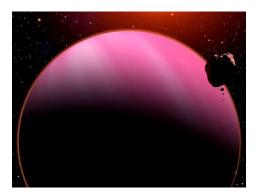


Figura G.2. Concepção artística do exoplaneta HAT-P-11b que orbita sua estrela 122 anos-luz da Terra (Foto: David A. Aguilar/CfA/Divulgação)

Cientistas americanos detectaram pela primeira vez vapor de água na atmosfera de um exoplaneta do tamanho de Netuno, um achado publicado nesta

quarta-feira (24) na revista 'Nature' que permite avançar rumo à identificação de mundos além de nosso Sistema Solar com condições similares às da Terra.

Até o momento, só era possível analisar a composição atmosférica de grandes exoplanetas gasosos, similares a Júpiter, enquanto agora foi medida a presença de água em um corpo com um raio quatro vezes maior que o da Terra.

O pesquisador da Universidade de Maryland Jonathan Fraine e seus colegas utilizaram uma técnica chamada espectrometria de transmissão para obter a composição atmosférica do planeta HAT-P-11b, a uma distância de cerca de 122 anos luz.

O planeta extrasolar, na constelação de Cisne, orbita ao redor da estrela HAT-P-11.

Trata-se do menor planeta e mais frio no qual foram detectados até agora sinais de presença de água, um dos elementos essenciais para que a vida possa se desenvolver.

A partir de imagens obtidas pelos telescópios Hubble e Spitzer, os cientistas encontraram pela primeira vez um planeta de tamanho médio no qual uma grossa camada de nuvens não impede a medição da composição de sua atmosfera.

Na maioria de ocasiões, densas nuvens compostas por todos os tipos de elementos impedem a análise das camadas mais profundas da atmosfera dessa classe de corpos.

Esse mesmo obstáculo virou um problema há décadas para estudar planetas do sistema solar como Júpiter, coberto de nuvens estratificadas de amoníaco, e Vênus, onde se estendem grossas nuvens de ácido sulfúrico.

Dada a impossibilidade de enviar sondas espaciais para estudar distantes exoplanetas, os cientistas tratam de estabelecer sua composição atmosférica a partir da informação do espectro eletromagnético que chega à Terra.

Até agora, os cientistas tinham tratado sem sucesso de analisar a atmosfera de outros quatro planetas extrasolares de um tamanho similar ou menor ao de Netuno.

No caso do HAT-P-11b, por outro lado, foi possível apreciar claras marcas no espectro que delatam a presença de moléculas de vapor de água, assim como de hidrogênio e vestígios de átomos pesados.

O achado é considerado chave para compreender a formação e a evolução dessa classe de exoplanetas, segundo aponta o estudo da 'Nature'.

G.3.1.2 Material de apoio ao professor.

Vídeo: Palestra do Convite à Física do Instituto de Física da USP

Planetas extra-solares gigantes e super-terras, Sylvio Ferraz Mello http://video.if.usp.br/video/planetas-extra-solares-gigantes-e-super-terras

G.3.2 Atividade II: A Estrutura e Composição do Universo

Nessa atividade problematiza-se a respeito da estrutura e composição do universo. Para isso inicia-se utilizando alguns conhecimentos já abordados na atividade anterior a respeito dos exoplanetas para problematizar no momento inicial. Pode-se levantar a questão a respeito da posição dos exoplanetas no universo através do seguinte questionamento: os exoplanetas estão dentro ou fora de nossa galáxia? Para completar esse momento deve-se pedir uma representação livre, através da elaboração de um texto, ou um desenho, ou até mesmo um mapa mental, sobre o que o educando conhece a respeito da constituição do nosso universo. Essa atividade, preferencialmente deve ser realizada individualmente para, em seguida, ser compartilhada com o grande grupo (PI).

A partir das observações realizadas no primeiro momento, o educador pode problematizar a respeito da estrutura do nosso sistema solar através de questões envolvendo a possibilidade de habitarmos outros planetas do nosso sistema, ou, o que levou Plutão a ser rebaixado para planeta anão. Em seguida, sugere-se apresentar o filme The Known Universe (HOFFMAN; EMMART, 2009), uma obra do acervo do Museu Americano de História Natural, que apresenta a estrutura do nosso universo observável. O filme pode ser apresentado em dois momentos: o primeiro momento de maneira contínua, para que o educando tenha uma visão completa da produção, e num segundo momento, realizando paradas em alguns trechos específicos para serem

levantados alguns questionamentos que possam levar o educando a ter uma visão completa da estrutura do universo (OC).

Ao final, retoma-se a questão inicial para promover a aplicação do conhecimento sistematizado no momento anterior e apresenta-se outras questões com a finalidade de provocarmos novas situações em que o educando seja levado a articular esses conhecimentos. Uma proposta seria a produção de um texto narrativo relatando uma viagem espacial para fora da nossa galáxia, ou uma retomada da atividade realizada na primeira etapa, durante a problematização inicial, na perspectiva do educando reavaliar os seus erros e completar, a partir dos novos conhecimentos adquiridos, o seu texto, desenho, ou mapa mental. Pode-se também, levantar questões a respeito da possibilidade de um dia explorarmos planetas, exoplanetas ou até mesmo outras galáxias, e a necessidade de desenvolvermos novas tecnologias para esse fim, também podemos problematizar a respeito das questões relacionadas às distâncias e a energia para esses deslocamentos (AC).

A seguir apresenta-se no quadro G.2 a organização sugerida para a aplicação da proposta didática sugerida nessa atividade.

ETAPA DOS 3MP	ATIVIDADE	OBJETIVO	DURAÇÃO (min)
PI	 Problematização Inicial: Os exoplanetas estão dentro ou fora de nossa galáxia? Atividade: Representação livre do universo em que vivemos através de desenhos ou textos. 	Problematizar a respeito da estrutura e os principais componentes do universo em que vivemos.	50min
OC	Apresentação do filme The Known Universe.	Promover uma discussão sobre a estrutura e os principais componentes do universo	20min
AC	 Retomada das questões iniciais. Refazer a atividade sobre a representação livre do universo em que vivemos através de desenhos ou textos. 	Aplicar o conhecimento contemplado no momento anterior.	30min

Quadro G.2. Organização das atividades proposta na atividade II – A Estrutura e Composição do Universo.

G.3.2.1 Material utilizado na atividade

Vídeo utilizado na etapa de organização do conhecimento (OC):

The Known Universe, uma obra do acervo do Museu Americano de História Natural.

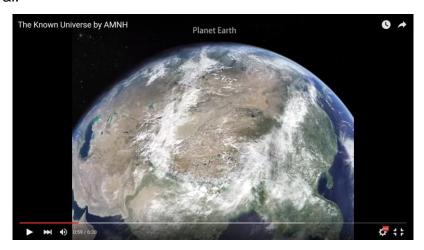


Figura G.3. Cena do filme The Known Universe, uma obra do acervo do Museu Americano de História Natural, usado na organização do conhecimento (OC).

G.3.2.2 Material de apoio ao professor.

Texto da revista Física na Escola.

ROSENFELD, R. A Cosmologia. Revista Física na Escola, v. 6, n. 1, 2005.

Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/

G.3.3 Atividade III: As Estrelas

Essa atividade pode suceder às duas outras atividades propostas nessa proposta didática ou simplesmente ser aplicada de maneira separada para problematizar tópicos de Astronomia associados ao estudo de Física Moderna e Contemporânea. O estudo inicia-se com a problematização a respeito da natureza de uma estrela, sobre como podemos saber aqui da Terra algumas informações, principalmente a respeito da sua temperatura superficial e sua coloração (PI). Para auxiliar nesse momento, pode-se apresentar imagens de aglomerados de estrelas, para evidenciar as diferentes colorações, imagens do

Sol em diferentes faixas espectrais, ou até mesmo de diferentes estrelas já observadas e estudadas, para efeito de comparação com o Sol.

Logo após a problematização inicial o educador poderá sistematizar o conhecimento necessário para buscar as respostas levantadas no momento anterior. Apresenta-se aqui a necessidade de se relacionar a radiação eletromagnética com as cores e com a temperatura superficial das estrelas. Uma boa alternativa é dialogar a respeito das cores que podem ser observadas na chama da queima do gás em um fogão e as regiões de maior e menor temperatura nessa chama. Isso levará a introduzir os conteúdos referentes a radiação de corpo negro e a associação com a temperatura, a frequência e a intensidade da radiação emitida. Uma boa estratégia nesse momento é apresentar um texto sobre o assunto, para que os educandos possam ler e discutir a respeito do conteúdo necessário ao entendimento. Lembrando que a leitura deve ser organizada em grupos pequenos, duplas normalmente, para motivar o diálogo e permitir que as dúvidas possam ser compartilhadas ou até mesmo sanadas entre eles, ou seja, para que haja trocas e negociações de significados e posteriormente essas conclusões possam ser levadas para a discussão no grande grupo. Ainda nessa etapa sugere-se a resolução de exercícios propostos com a finalidade de promover uma melhor organização desses conhecimentos e a utilização do simulador computacional Blackbody Spectrum (espectro de corpo negro), produzido pelo programa Phet – Interactive Simulations da Universidade de Chicago – US (OC).

No momento de aplicação do conhecimento sugere-se trabalhar o texto "Luminosidade e Fluxo", extraído de "As ferramentas do Astrônomo" (Cid Fernandes, Kanaan, Gomes) que apresenta o conteúdo abordado dentro do contexto da Astronomia. Considera-se aqui, retornar as questões iniciais para completar esse momento. Uma outra opção de abordagem para esse momento, seria expor algumas imagens de aglomerados ou de galáxias para explicar as diferentes cores das estrelas que se encontram ali. Em algumas galáxias espirais, por exemplo, podemos observar que os braços são mais azulados e a região do núcleo é mais avermelhada, devido às estrelas mais jovens estarem situadas na região dos braços da espiral e as estrelas mais velhas na região central (AC).



Figura G.4. Esta imagem da enorme galáxia em espiral NGC 1232 foi obtida a 21 de setembro de 1998, durante um período de boas condições de observação. É a composição de três exposições, respectivamente no ultravioleta, azul e vermelho. As cores das diferentes regiões são bem visíveis: as áreas centrais contêm estrelas velhas de cor avermelhada, enquanto que nos braços em espiral existem estrelas azuis jovens e muitas regiões de formação estelar. https://www.eso.org/public/images/eso9845d/

A seguir apresenta-se no quadro G.3 a organização sugerida para a aplicação da proposta didática sugerida nessa atividade.

ETAPA DOS 3MP	ATIVIDADE	OBJETIVO	DURAÇÃO (min)
PI	 Problematização Inicial: O que é uma estrela? Como podemos saber a sua temperatura? 	Problematizar a respeito da formação das estrelas e a necessidade de entendermos um pouco mais sobre as radiações eletromagnéticas	20min
ОС	 Aula expositiva sobre a formação de estrelas usando o projetor de multimídia. Leitura e discussão do texto sobre a radiação térmica e o corpo negro, modelo quântico para as radiações eletromagnéticas e a dualidade da luz. Resolução de Exercícios propostos 	Abordar os seguintes conteúdos: Astronomia: - Formação de estrelas. FMC: - Radiação de corpo negro A natureza quântica das radiações eletromagnéticas	120min
AC	Leitura e discussão do texto: Luminosidade e Fluxo.	Sistematizar os conceitos sobre	100min

	Uma segunda proposta seria	formação de	
	analisar algumas imagens de	estrelas, radiação	
	aglomerados de estrelas ou	de corpo negro e	
	galáxias espirais em que	natureza quântica	
	encontramos estrelas com	das radiações	
	diferentes cores.	eletromagnéticas	

Quadro G.3. Organização das atividades proposta na atividade III – As Estrelas.

G.3.3.1 Material utilizado na atividade

Simulador computacional utilizado na etapa de organização do conhecimento (OC):

O simulador Blackbody Spectrum (espectro de corpo negro), produzido pelo programa Phet – Interactive Simulations da Universidade de Chicago – US pode ser utilizado para mostrar a relação entre o comprimento de onda emitido com máxima intensidade e a temperatura superficial do corpo e a relação entre a intensidade total da radiação emitida por um corpo negro e a sua temperatura superficial.

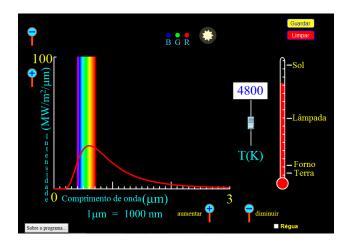


Figura G.5. Simulador computacional Blackbody Spectrum (espectro de corpo negro), produzido pelo programa Phet – Interactive Simulations da Universidade de Chicago – US.

O simulador de uso livre Blackbody Spectrum (espectro de corpo negro), pode ser baixado no endereço eletrônico:

(https://phet.colorado.edu/sims/blackbody-spectrum/blackbody-spectrum_pt.html)

> Texto utilizado na aplicação do conhecimento(AC):

LUMINOSIDADE E FLUXO

A luminosidade de um astro está intimamente ligada a processos físicos que geram energia. No caso de uma estrela, este processo é a fusão nuclear que ocorre no núcleo da estrela, um gigantesco reator onde elementos leves são transformados em elementos mais pesados, liberando energia de ligação nuclear (que no fundo corresponde à conversão de massa em energia segundo E = mc²). No caso de uma galáxia, a luz que vemos na faixa do óptico provém principalmente das estrelas que a habitam, de modo que a luminosidade medida nos permite inferir quantas estrelas ela contém (tipicamente, de centenas de milhões a dezenas de bilhões de estrelas).

No núcleo de certas galáxias, conhecidas como galáxias ativas ou quasares, a radiação provém de outra fonte: a liberação de energia gravitacional de gás sendo engolido por um Buraco Negro milhões de vezes mais massivo que o Sol. A energia potencial liberada na queda vira energia cinética que, por mecanismos de viscosidade, é transformada em calor e finalmente em radiação. O mesmo processo ocorre em algumas estrelas binárias, nas quais uma estrela transfere matéria para a outra. Em nebulosas, a emissão pode provir de sua energia térmica (ou seja, do movimento dos íons, átomos ou moléculas que a constituem), ou de fótons liberados por elétrons que caem de níveis de energia altos em direção ao estado fundamental (uma "cascata quântica") após serem excitados por radiação proveniente de uma estrela muito quente, ou de um núcleo ativo. Existe, portanto, muita Física por trás da luz que coletamos de objetos astronômicos. Apenas com medidas quantitativas da intensidade da radiação podemos usar os dados coletados para estudar as propriedades físicas do objeto, como sua massa, temperatura e composição química, e assim entende-los melhor.

A maneira de medir a intensidade de luz depende do tipo de detector que usamos. Câmeras CCD são os detectores mais populares hoje em dia para observações entre o ultravioleta e o infravermelho. Esses detectores dividem a imagem em uma *matriz*. A luz que incide sobre cada *pixel*, isto é, sobre cada elemento desta matriz, gera elétrons numa proporção de aproximadamente um

elétron por fóton. Contando o número de elétrons acumulados em uma imagem com uma exposição de duração t_{exp}, obtemos quantos fótons chegam ao detector por unidade de tempo. Se soubermos a energia de cada fóton (o que podemos controlar usando diferente filtros), obtemos quanta energia atinge o detector por unidade de tempo.

Esta não é, ainda, a luminosidade do objeto, pois de todos os fótons por ele emitidos apenas uma fração ínfima é interceptada pela superfície coletora do telescópio. Para entender isso, imagine uma estrela como o Sol, que irradia 3,9 · 10²⁶ W, valor conhecido como **luminosidade solar** (L_{\top}). A luz que ela irradia se espalha em todas as direções do espaço, e quanto mais longe ela estiver mais fraca parecerá. Digamos que esta "irmã gêmea" do Sol está a uma distância d = 10 anos-luz = 3,06 pc = 9,46 x 10^{16} m de nós. Dos 3,9 x 10^{26} Joules que ela emite a cada segundo, apenas uma fração minúscula chega aqui na Terra. Imagine toda esta luminosidade cruzando uma superfície esférica de raio d centrada na estrela. A área desta esfera é $4\pi d^2$, desse modo cada metro guadrado agui na Terra recebe 3.9 x $10^{26}/4\pi(9.46 \text{ x } 10^{16})^2 = 3.5 \text{ x } 10^{-9} \text{ Joules}$ por segundo. Se nosso telescópio possui uma superfície coletora de 10 m² (que corresponde a um espelho primário de 3,6 m de diâmetro), ele coleta 3,5 x 10⁻⁸ W, ou seja, 3 bilhões de vezes menos que uma lâmpada de 100 W e 10³⁴ vezes menos do que a estrela emite. Os números podem assustar, mas apenas refletem o fato de que a radiação se dilui com a distância segundo a lei do inverso do quadrado.

Para passar da potência medida para a potência intrínseca L da estrela temos necessariamente que saber a que distância ela se encontra. Matematicamente, esta relação se dá através do conceito de Fluxo:

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}$$

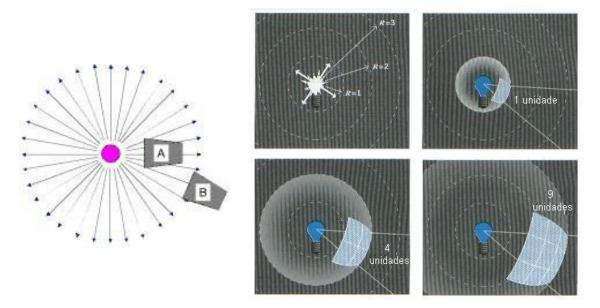


Figura G.6 – O conceito de Fluxo. Na figura da esquerda, o "balde" A coleta mais fótons por segundo do que o balde B pois está mais próximo da fonte. A figura da direita também demonstra a diluição do fluxo com o inverso do quadrado da distância. A radiação que cruza uma unidade de área a uma distância d cruza quatro unidades de área a uma distância 2d.

Como demonstrado no exemplo acima, F mede quanta energia cruza uma unidade de área em uma unidade de tempo. A unidade de fluxo é, portanto, J/s·m², ou W/m², embora astrônomos frequentemente usem magnitudes para expressar fluxos (ver quadro III abaixo). Este conceito de fluxo é o mesmo usado para quantificar a intensidade do som, ou a intensidade de chuva em uma certa região. Dizer que choveram 10000 litros de água não é de nenhuma utilidade se não dissermos durante quanto tempo choveu (Uma hora? Uma semana? Um ano?) nem sobre que área caíram os 10000 litros (1 m²? 1 km²? Em toda Bahia?). Só depois de especificarmos o fluxo saberemos se se trata de uma goteira, uma garoa ou um dilúvio. Os fotoelétrons que contamos em nosso CCD medem, portanto, o fluxo de radiação proveniente do objeto, e não sua luminosidade. Em astronomia, a medida de fluxos é chamada de fotometria.

Exercícios propostos na aplicação do conhecimento: após a leitura do texto, durante a aplicação do conhecimento (AC):

A lista de exercícios sugeridos a seguir, foi proposta para ser utilizada após a leitura do texto "Luminosidade e Fluxo".

01) Uma "metralhadora isotrópica" dispara balas em todas direções a uma taxa de 1000 balas por segundo. Um balde com abertura de 1m² está

embocado na direção da metralhadora, a uma distância de 5 m desta. Quantas balas o balde intercepta por segundo? Quanto tempo demora para ele acumular 3000 balas? E para um balde a 50 m de distância?

- 02) Sendo a luminosidade do Sol 3,9 x 10²⁶ W e a distância do Sol à Terra de 150 milhões de km, qual o fluxo do Sol na Terra, em W/m²? A quantas lâmpadas de 100W vistas de 1 m de distância corresponde este fluxo?
- 03) Suponha que o comprimento de onda médio dos fótons que saem do Sol é de 5000 Å, o que equivale a uma energia $E = hc / \lambda = 4.10^{-19} J$. Calcule (a) quantos fótons o Sol emite por segundo, e (b) quantos fótons incidem por segundo na palma de sua mão, assumindo que ela tem uma área de $80 cm^2$.
- 04) Imagine a superfície da Terra inteiramente coberta com lâmpadas de100 W, cada uma com 30cm^2 de área. Sabendo que o raio da Terra é de R = 6731 km, qual seria a luminosidade da Terra? Parece muito? Então expresse o resultado em luminosidades solares (L_{Θ} = 3,9 · 10²⁶ W).
- 05) Digamos que uma pessoa tem uma área de 0,85m² quando vista de frente. Quantos Joules incidem sobre essa pessoa durante uma hora deitada na praia, com o Sol a pino? Quantas duchas de 5 minutos em um chuveiro de 1000 W você poderia tomar com essa energia?

Em princípio, o fluxo não nos diz se o objeto é intrinsecamente luminoso ou não; F nos dá apenas o brilho aparente! A estrela gêmea do Sol no exemplo acima, apesar de possuir a mesma luminosidade que o Sol, é obviamente muito menos brilhante (isto é, seu fluxo medido é menor que o do Sol), simplesmente porque se encontra muito mais distante. Outro exemplo que ilustra o efeito da distância é que uma galáxia típica possui dezenas de bilhões de estrelas, sendo portanto dezenas de bilhões de vezes mais luminosa que uma estrela individual. Contudo, a olho nu, vemos milhares de estrelas no céu (todas elas pertencentes a nossa galáxia), mas apenas três galáxias, Andrômeda e as duas Nuvens de Magalhães, e mesmo essas galáxias são difíceis de visualizar. Galáxias estão

tão distantes que, apesar da enorme luminosidade, o fluxo é pequeno demais para ser percebido pelo olho humano.

06) O fluxo proveniente de Sirius A, a estrela mais brilhante no céu (fora o Sol, é claro), é de 9,5 x 10^{-8} W/m². Sabendo que sua distância é 2,66 pc = $8,21 \cdot 10^{16}$ m, mostre que sua luminosidade é L =8 x 10^{27} W = 20 L $_{\odot}$. Existem muitas estrelas mais luminosas que Sirius em nossa Galáxia, algumas chegando a L = 10^6 L $_{\odot}$. Ela é a mais brilhante (maior fluxo) apenas porque está próxima.

G.3.3.2 Material de apoio ao professor.

Vídeo: Palestra do Convite à Física do Instituto de Física da USP

A Radiação de Corpo Negro, Luis Raul Abramo Acesso http://video.if.usp.br/convite-%C3%A0-f%C3%ADsica

G.3.4 Atividade IV: Júri Simulado: As Contribuições da Ciência e o seu Papel na Sociedade

Nessa atividade apresenta-se a proposta de um júri simulado com o intuito de ressaltar nos educandos a importância das contribuições das pesquisas em Astronomia para a sociedade contemporânea. Essa atividade deve ser planejada com no mínimo uma semana de antecedência para que os próprios educandos busquem na comunidade docente e discente escolar, nas pessoas do seu convívio familiar e nas pesquisas realizadas em revistas, livros e fontes virtuais disponíveis, os argumentos para serem utilizados na realização do júri simulado. Nesse caso, poderíamos destacar que os educandos devem ser motivados a compartilhar esses conhecimentos com os outros integrantes do grupo que será formado. A proposta deve ser iniciada a partir da problematização do tema, lançando mão do seguinte questionamento: as nações devem investir em pesquisas científicas relacionadas ao estudo do entendimento do universo e a exploração espacial?

A partir desse questionamento, sugere-se que a sala seja dividida em dois grandes grupos, os prós e os contras esses investimentos relatados na problematização inicial. Cada integrante é motivado a pesquisar sobre o assunto para argumentar a favor da posição do seu grupo, nesse caso, não necessariamente o educando pode concordar com a posição do grupo que ele ficou inserido, mas ele deve ser orientado a buscar informações para contribuir com a construção das argumentações necessárias a defesa dessa posição que lhes foi proposta (PI).

No momento do debate, um grupo defenderá a aplicação de recursos nas pesquisas e o outro se colocará contra. O júri pode ser formado por no máximo três professores convidados a participarem da atividade, ou, caso isso não seja possível, pode-se definir um terceiro grupo de alunos para compor o júri junto com o educador. São propostos inicialmente 10 minutos para que os integrantes de cada grupo possam discutir buscando sintetizar os argumentos que serão defendidos. Após isso, inicia-se o debate propondo que um dos grupos apresente o argumento. Em seguida, propõe-se que o outro grupo apresente o contra-argumento. Por fim, será dado a cada grupo o direito de lançar questionamentos para o outro grupo responder, com o número de questionamentos definido pelo período disponível para a execução da atividade. Esses questionamentos serão realizados de maneira alternada, sendo que o grupo que perguntou primeiro, será depois questionado, e assim por diante. Sugere-se que o júri defina os critérios de avaliação dos argumentos assim como o tempo de cada grupo argumentar. Os grupos só poderão afirmar sobre o que está sendo discutido, não fugindo ao assunto da atividade. Ao final, o júri deve se reunir e então discutir com a turma o escolhido ganhador do debate (OC).

Para finalizar e aplicar os conhecimentos adquiridos na atividade do júri simulado, pode-se pedir que os estudantes produzam um texto dissertativo a respeito do tema abordado, expondo as suas ideias sobre os assuntos discutidos e argumentando a partir dos conhecimentos adquiridos na atividade. Pode-se ainda sugerir que alguns estudantes, de maneira espontânea, compartilhem o seu texto com a turma (AC).

Na subseção material de apoio ao professor encontra-se uma proposta para a organização da dinâmica do júri simulado. A seguir apresenta-se no quadro G.4 a organização sugerida para a aplicação da proposta didática sugerida nessa atividade.

ETAPA DOS 3MP PI	A	ATIVIDADE As nações devem investir em pesquisas científicas relacionadas ao estudo do entendimento do universo e a exploração espacial?	OBJETIVO Problematizar a respeito das contribuições da ciência e o seu papel na sociedade.	DURAÇÃO (min) Atividade proposta previamente.
OC	Α	Júri simulado: As nações devem investir em pesquisas científicas relacionadas ao estudo do entendimento do universo e a exploração espacial?	OC e AC dos conteúdos pesquisados durante a semana que precedeu o júri.	100min
AC	>	Elaboração de um texto dissertando sobre o tema debatido.	Aplicação dos conhecimentos compartilhados no momento anterior.	Atividade desenvolvida tarefa de casa

Quadro G.4. Organização das atividades proposta na atividade IV – Júri Simulado.

G.3.3.2 Material de apoio ao professor.

> Dinâmica do Júri Simulado

• QUESTÃO PROPOSTA:

AS NAÇÕES DEVEM INVESTIR EM PESQUISAS CIENTÍFICAS RELACIONADAS AO ESTUDO DO ENTENDIMENTO DO UNIVERSO E A EXPLORAÇÃO ESPACIAL?

- DINÂMICA:
- ✓ Dois grupos de debatedores;
- ✓ Uma equipe responsável pelo veredicto;
- ✓ Um Juiz.
- ✓ O processo inicia-se com o lançamento do tema proposto pelo Juiz;
- ✓ Os alunos irão debater o tema com argumentos convincentes;
- ✓ Um tempo inicial será dado para os alunos socializarem suas informações no grupo, antes do início do debate;
- ✓ Cada grupo lançará a sua tese inicial, defendendo seu ponto de vista na medida em que surjam réplicas e tréplicas;
- ✓ O Juiz também poderá lançar perguntas que motivem o debate;
- ✓ Ao final cada grupo poderá eleger um representante para suas considerações finais.
- ✓ O júri popular, irá se reunir para socializar seus apontamentos, feitos ao longo da atividade, e decretar o veredicto.
- ✓ O Júri será encerrado após o veredicto.
- TEMPOS DEFINIDOS PARA CADA ETAPA DA DINÂMICA:
- ✓ Socialização das ideias nos grupos 10 min;
- ✓ Defesa da tese inicial 10 min (5 min para cada grupo);
- ✓ Debate entre grupos 40 min;
- ✓ Considerações finais 10 min (5 min para cada grupo);
- ✓ Veredicto 5 min.

G.3.5 Atividade V: Espectroscopia e a Estrutura da Matéria

Nessa atividade leva-se o educando a questionar a respeito da estrutura da matéria e as suas aplicações na Astronomia e em outras áreas do conhecimento. Iniciaremos a atividade problematizando a respeito de como é possível conhecer a composição de uma estrela ou de um exoplaneta aqui da Terra. Nesse momento o educador, de forma dialógica e problematizadora, deve buscar resgatar os conhecimentos que já foram abordados nas atividades anteriores. Algumas questões envolvendo outras situações possíveis já presenciadas pelos educandos em filmes e séries de TV também podem ser usadas para complementar esse momento, tais como as situações que envolvem a

determinação, por parte de um cientista forense, da composição química de um certo material a partir de uma amostra, situação esta muito comum de aparecer em filmes e séries de investigação criminal. Para complementar esse momento, o educador pode apresentar um texto sobre a composição química de estrelas, planetas ou exoplanetas já descobertos (PI). Uma boa sugestão de leitura é o texto "Uma olhada noutros planetas", de Salvador Nogueira, que pode ser encontrado no sítio do mensageiro sideral no endereço eletrônico: (http://mensageirosideral.blogfolha.uol.com.br/2015/01/13/uma-olhada-noutros-planetas/).

Num segundo momento, visando fornecer elementos para a compreensão das situações apresentadas na problematização inicial, sugere-se propor algumas questões com o intuito de motivar os alunos na busca pelos conhecimentos necessários para o entendimento dos modelos científicos vigentes associados a esses fenômenos. Apresentadas as questões, que se encontram no quadro G.5, divide-se a sala em pequenos grupos que terão um texto de referência para leitura e discussão. Uma sugestão para esse momento é o texto contido no livro Física 3: Eletricidade, Física Moderna, Análise Dimensional; dos autores Gualter, Newton e Helou (BISCUOLA, 2013), páginas 264 a 267. Propõe-se que cada um desses pequenos grupos desenvolvam uma apresentação para a turma, com o intuito de esclarecer as questões propostas. Após essa etapa o educador pode sistematizar o conhecimento com uma apresentação sobre o modelo atômico de Bohr e as linhas de emissão e absorção observadas nos espectros emitidos por alguns corpos (OC).

No último momento pedagógico dessa atividade, pode-se realizar uma atividade prática experimental de observação do espectro eletromagnético através de um espectrômetro, que pode ser montado pelo professor com materiais de baixo custo, ou, até mesmo, ser montado pelos próprios estudantes. Caso o professor faça a opção dos próprios educandos montarem o experimento, sugiro que seja feito em horários extraclasse, pois a atividade de construção do espectrômetro necessita de um bom tempo de dedicação para sua execução. Durante a atividade experimental, com o auxílio de um espectrômetro, o educador pode propor a observação de espectros de várias lâmpadas de gases diferentes problematizando a respeito das diferenças entre linhas espectrais observadas e os motivos para essa diferença. Deve-se ainda

retornar a questão inicial para que os educandos possam aplicar os novos conhecimentos apreendidos (AC).

A seguir apresenta-se no quadro G.5 a organização sugerida para a aplicação da proposta didática sugerida nessa atividade.

ETAPA	ATIV/IDADE	OD IETIVO	DURAÇÃO
DOS 3MP	ATIVIDADE	OBJETIVO	(min)
PI	Problematização Inicial: - Como é possível conhecer a composição de uma estrela ou de um exoplaneta aqui da Terra?		20min
	 Proposta de atividade de pesquisa a partir de algumas perguntas iniciais a respeito da estrutura da matéria. Leitura dos textos de apoio. Apresentação dos trabalhos 	Abordar os seguintes conteúdos: Astronomia: - Leis de Kirchhoff Espectroscopia	30min
OC	de pesquisa propostos para responder às seguintes questões propostas: 10) Como era o modelo atômico de Thomson? Qual foi a proposta de Rutherford para o átomo? Como Bohr resolveu os problemas do modelo de Rutherford? 11) Quando os elétrons emitem os fótons? Como podemos calcular a energia desses fótons emitidos?	FMC: - Modelo atômico de Bohr.	120min

	12) O que são as séries espectrais de Balder, Lyman e Paschen? 13) Quais são as outras causas para a transição eletrônica além da incidência de radiações eletromagnéticas na matéria? 14) Como podemos estudar o espectro eletromagnético? Existe alguma aplicação no		
	nosso cotidiano? 15) Como se formam o espectro contínuo, o espectro de emissão e o de absorção? Como distinguir cada um deles? > Aula expositiva fazendo uma		
	síntese dos assuntos discutidos nas apresentações dos trabalhos. Resolução de exercícios propostos.		100min
AC	 Atividade experimental sobre espectroscopia. Retomada da questão inicial: Como é possível conhecer a composição de uma estrela ou de um exoplaneta aqui da Terra? 	Aplicação dos conhecimentos compartilhados no momento anterior.	50min

Quadro G.5. Organização das atividades proposta na atividade V – Espectroscopia e a estrutura da matéria.

G.3.5.1 Material utilizado na atividade

> Texto utilizado na organização do conhecimento(OC):

Uma olhada noutros planetas

Por Salvador Nogueira, 13/01/15

Astrônomos estão empolgados com os primeiros resultados de uma câmera projetada para observar diretamente planetas fora do Sistema Solar.

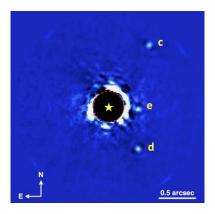


Figura G.7: Três dos quatro planetas conhecidos em torno da estrela HR 8799, visualizados pela nova câmera (Crédito: GPI)

Algumas imagens mais intrigantes foram divulgadas durante a reunião da Sociedade Astronômica Americana, que aconteceu na semana passada em Seattle, nos Estados Unidos. A câmera, chamada GPI (Gemini Planet Imager), completou seu primeiro ano de operações (no qual metade do tempo foi para a calibração do instrumento) e já disse a que veio.

Um dos resultados mais interessantes apresentados por Marshall Perrin, do Space Telescope Science Institute, corresponde aos planetas descobertos em torno da estrela HR 8799. São quatro gigantes gasosos, como Júpiter, em torno de uma estrela jovem, com "apenas" 30 milhões de anos. (Nosso Sol, em comparação, tem 4,6 bilhões de anos.)

Dos quatro, a imagem da GPI revela três (o quarto, mais externo, está fora do quadro), a despeito do enorme brilho da estrela — um astro do tipo A, com cerca de 50% mais massa que o SoI e cinco vezes mais brilhante que a nossa estrela-mãe.

Eis aí o grande trunfo da GPI: ela usa um coronógrafo para bloquear a luz que vem da estrela e que normalmente ofusca a presença de planetas ao seu redor. Assim, torna-se possível observar os astros circundantes.

Há, claro, limitações. A câmera não consegue enxergar planetas muito pequenos ou muito próximos de sua estrela. No caso de HR 8799, se houver planetas rochosos, do tipo Terra, ao seu redor, eles estão numa órbita mais interna do que HR 8799e e não poderiam ser vistos. (Pelo que entendemos de formação planetária, temos todas as razões para acreditar que eles estão lá.) Para que se tenha uma ideia, o planeta "e", o mais próximo da estrela conhecido, está a uma distância cerca de 15 vezes maior que a Terra guarda do Sol. (No nosso Sistema Solar, esse planeta estaria entre Saturno e Urano.)

As perspectivas abertas por um instrumento como a GPI são incríveis. Ao captar diretamente a luz vinda dos planetas, é possível estudar detalhadamente sua "assinatura de luz", o famoso espectro. Embutida nela estão informações preciosas, como composição, cor, temperatura e outros detalhes que nos permitem caracterizar outros planetas.

Algumas surpresas já apareceram conforme os cientistas da GPI analisaram os espectros dos planetas HR 8799c e d. Contrariando observações anteriores e menos poderosas, eles constataram diferenças entre as assinaturas de luz dos dois mundos.

Apesar de serem de tamanho similar, são planetas diferentes, e o espectro revela isso. O planeta d, ao que tudo indica, é mais quente que o c. "Os modelos atmosféricos atuais dos exoplanetas não conseguem explicar as sutis diferenças em cor que a GPI revelou. Inferimos que elas podem ser diferenças na cobertura de nuvens ou em sua composição", disse Patrick Ingraham, da Universidade Stanford, que liderou o estudo sobre esses dois mundos em particular.

O melhor ainda está por vir. Essas primeiras observações da GPI, instalada no observatório Gemini Sul, no Chile, representam apenas o começo da revolução. Para calibrar o instrumento, a bateria inicial de alvos se restringiu a sistemas razoavelmente conhecidos. Por exemplo, os planetas de HR 8799 já haviam sido observados.

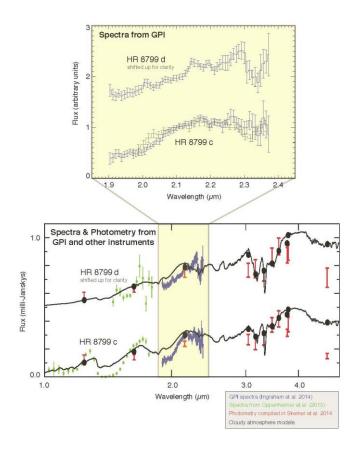


Figura G.8: Os espectros dos planetas c e d, comparados a observações anteriores e um modelo atmosférico (Crédito: GPI)

Mas agora, com o instrumento tinindo, é que começa a fase de exploração. O principal programa de observações da câmera é o GPIES (GPI Exoplanet Survey). Serão monitoradas cerca de 600 estrelas jovens e próximas durante três anos, em busca de planetas desconhecidos.

Assim, além de permitir estudar a composição desses planetas, o trabalho descobrirá novos mundos. E preencherá uma lacuna importante na caça a exoplanetas, uma vez que as duas técnicas mais comuns (a que envolve a passagem do planeta à frente da estrela e a que mede o bamboleio estelar na interação gravitacional com seus planetas) são bem menos sensíveis para planetas que estão muito afastados de seus astros centrais.

Além da GPI, uma segunda câmera destinada a observar exoplanetas diretamente também iniciou recentemente suas operações. Trata-se do instrumento SPHERE, instalado no VLT, telescópio do ESO (Observatório Europeu do Sul).

Definitivamente, estamos passando da etapa em que descobrimos planetas para um momento em que efetivamente passamos a estudá-los. A essa altura, o Sistema Solar ficou pequeno demais para nós.

Experimento utilizado na etapa de aplicação do conhecimento (AC):

Para ilustrar o assunto abordado na etapa de organização do conhecimento propõe-se a utilização de experimentos demonstrativos para visualizar os espectros emitidos por diversos tipos de fontes luminosas. Indica-se aqui dois modelos diferentes de espectroscópios que podem ser construídos junto com os alunos para utilização no terceiro momento da atividade proposta.

- FERREIRA, N.C. FILHO, J.P. A. Espectrômetro Óptico. Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 2(1): 31-36, abr. 1985.
- Espectroscópio SBF. Acesso em:
 http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos diversos/light2015/Espectroscopio SBF
 .pdf>

G.4 Referências

ANGOTTI, J.A.; DELIZOICOV, D. Física. 2ª ed. São Paulo. Editora Cortez. 1992

BARROS, G.M.; FERREIRA, F.P.; LEITE, C. Problematizando conceitos de astronomia: uma proposta baseada nos três momentos pedagógicos. **Atas do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Paulo: USP, 2013.

BISCUOLA, G. J.; BÕAS, N. V.;DOCA, R. H. **Física 3**: eletricidade, física moderna, análise dimensional. 2ª ed. vol 3. São Paulo. Editora Saraiva. 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio:** Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 18 julho 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 18 julho 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica, **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.**Brasília: MEC/SEB, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book volume 02 internet.pdf>. Acesso em: 19 julho 2016.

FERNANDES Jr., R. C., KANAAN, A., GOMES, J.M.S. de M. **As Ferramentas do Astrônomo Amador**: O que medimos, como medimos e o que aprendemos.

Projeto Telescópios na Escola. Disponível em:

http://www.telescopiosnaescola.pro.br/ferramentas.pdf>. Acesso em 20 mar. 2015.

FERREIRA, N.C. FILHO, J.P. A. **Espectrômetro Óptico**. Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 2(1): 31-36, abr. 1985.

DELIZOICOV, D. **Ensino de Física e a Concepção Freireana de Educação**. Revista de Ensino de Física, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. **Ensino de ciências:** fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2015a.

_____. Pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015b.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. **Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo**: complementaridades e contribuições para a educação em ciências.

HOFFMAN, Michael; EMMART, Carter. **The Known Universe**. Vídeo. Produção de Michael Hoffman, direção de Carter Emmart. Nova lorque, American Museum of Natural History, 2009. 6 min 31 s. Disponível em: http://www.amnh.org/explore/amnh.tv/(watch)/space/the-known-universe>. Acesso em 23 mar. 2015.

MARCHI, F.; ALBUQUERQUE, V. N. de; LEITE, C. **O caso Plutão**: uma análise das potencialidades do uso de textos não didáticos no ensino de astronomia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 11, n. 3, p. 565-581, 2012.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. **Os três momentos pedagógicos**: um olhar histórico-epistemológico – Em: *Atas do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física* – *XIIEPEF*. Águas de Lindóia, 2010.

MARRONE JUNIOR, J.; TREVISAN, R. H. Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis - SC, v. 26, n. 3, p.547-574, 2009.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. **Os três momentos pedagógicos: um olhar histórico-epistemológico** – Em: *ATAS DO XII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA – XIIEPEF*. Águas de Lindóia, 2010.

SALES, N.L.L. Problematizando o ensino de física moderna e contemporânea na formação continuada de professores: análise das contribuições dos três momentos pedagógicos na construção da autonomia docente. São Paulo, 2014. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. Ensinando física moderna no ensino médio: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 21, p. 359-371, nov. 2004. ed. esp.

WERNQUIST, Erik. **Wanderers**. 2014. Filme curto de ficção sobre exploração espacial. Disponível em: < http://www.erikwernquist.com/wanderers/ >. Acesso em: 05 dez 2014.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Tradução: Ernani F. da Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.