

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

MIGUEL ANGELO SOUSA SILVA

**UM WEBSITE SOBRE O ESTUDO DO UNIVERSO
mediado pela divulgação científica do físico Marcelo Gleiser**

TERESINA

2021

MIGUEL ANGELO SOUSA SILVA

UM WEBSITE SOBRE O ESTUDO DO UNIVERSO
mediado pela divulgação científica do físico Marcelo Gleiser

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Piauí (UFPI) no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa L3 – Divulgação Científica.

Orientador: Prof. Dr. Célio Aécio Medeiros Borges.

TERESINA
2021

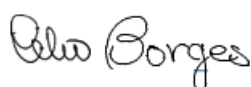
MIGUEL ANGELO SOUSA SILVA

UM WEBSITE SOBRE O ESTUDO DO UNIVERSO
mediado pela divulgação científica do físico Marcelo Gleiser

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Piauí (UFPI) no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa L3 – Divulgação Científica.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Célio Aécio Medeiros Borges – UFPI
(Orientador)



Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo – MNPEF/UFPI
(Examinador interno titular)



Prof. Dr. Antônio Carlos da Silva Miranda – UFRPE
(Examinador externo titular)

TERESINA

2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí Biblioteca Setorial de Ciências
da Natureza - CCN
Serviço de Processamento Técnico

S586w Silva, Miguel Angelo Sousa.

Um website sobre o estudo do universo mediado pela
divulgação científica do físico Marcelo Gleiser / Miguel Angelo
Sousa Silva. -- 2021.
202 f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí,
Centro de Ciências da Natureza, Programa de Pós-Graduação
Profissional em Ensino de Física, Teresina 2021.

“Orientador: Prof. Dr. Célio Aécio Medeiros Borges”.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Tecnologias Educacionais. 3.
Divulgação Científica. I. Borges, Miguel Aécio Sousa. II.
Titulo.

CDD 530.07

DEDICATÓRIA

À mulher da minha vida e esposa Camila Valéria pelo apoio incondicional em todos os momentos, principalmente nos de incerteza, muito comuns para quem tenta trilhar novos caminhos. Muitas foram as noites escrevendo o texto da dissertação ao seu lado, enquanto ela dormia o sono dos justos...

Apesar de tudo, sei que sem você nenhuma conquista valeria a pena.

E aos meus queridos pais, Sebastião (*in memoriam*) e Angelita, que dignamente me apresentaram o valor do amor, do estudo, da honestidade e da persistência.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus – Inteligência Suprema, Causa Primária de todas as coisas – pela oportunidade de mais essa existência, concedendo-me a força necessária para empreender esse caminho evolutivo e por propiciar tantas oportunidades de estudos, colocando em meu caminho pessoas amigas e criativas.

Ao meu orientador, Dr. Célio Aécio Medeiros Borges, pela paciência e compreensão por todos os momentos em que não pude me fazer presente junto a ele para discutirmos os pontos cruciais da pesquisa. As redes sociais ajudam muito, mas nenhuma delas é capaz de substituir a fidelidade do diálogo tête-à-tête.

A Dr^a Hilda Mara Lopes Araújo e em especial ao Dr. Neuton Alves de Araújo pelas sugestões, dicas importantes, amizade e acima de tudo por serem (ambos) fontes soberbas de conhecimento e humanidade.

Aos colegas de curso pelos bons momentos de estudo, companheirismo, apoio e integração compartilhados juntos em todos os nossos encontros.

E finalmente à Fundação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro sem o qual nem um terço deste trabalho teria sido possível.

O problema de “ensinar Física na América Latina” é apenas parte de um problema maior, que é o de “ensinar Física em qualquer lugar” que, aliás, está incluído num problema mais amplo, que é o de “ensinar qualquer coisa em qualquer lugar” e para o qual não é conhecida uma solução satisfatória.

Richard Feynman (1918-1988)

É muito comum, no ensino de ciência, omitir a parte mais essencial, que é justamente o fascínio que leva um cientista a dedicar toda uma vida ao estudo da natureza. Sem esse elemento, ciência vira um exercício intelectual destituído de paixão, uma mera repetição de conceitos e fórmulas.

Marcelo Gleiser, 2000

RESUMO

Assuntos relacionados às origens, estrutura e organização do Universo geralmente provocam grande interesse e curiosidade dos alunos. Rudimentos de Astronomia presentes no currículo de Física do Ensino Médio podem, nesse contexto, direcionar o professor para uma discussão mais ampla do papel e valor da Física em preparar um indivíduo com condições de apreciar a unidade e a harmonia do mundo físico; inserindo-o no contexto cultural mais amplo do mundo contemporâneo. A hipótese levantada nesta pesquisa é que o evidente desinteresse dos estudantes pela Física tem como fator agravante a presença marcante de um ensino tradicional, em razão da dificuldade que os professores têm de levar a efeito em suas aulas metodologias que estimulem e motivem seus alunos a se interessarem pela disciplina pelo puro prazer de aprender e conhecer; e teve como principal objetivo obter resultados eficazes de aprendizagem a partir da criação, uso e interatividade de um website que fundamentado na teoria construtivista de Jean Piaget (1896–1980) e nas bases epistemológicas de Henry Wallon (1879–1962) possibilitasse o uso na Educação Básica de textos de divulgação científica. A adaptação destes textos através de Transposição Didática (TD) no formato de material alternativo ou complementar vêm em auxílio do professor como proposta didática motivadora para tornar as aulas de Física mais atraentes. Para esse fim, procurou-se desenvolver uma pesquisa-ação de natureza quali-quantitativa, a partir de situações reais de ensino, na Unidade Escolar Professor Felismino Freitas, da rede estadual de ensino, localizada no bairro Mocambinho, zona norte de Teresina; onde o professor-pesquisador partiu da análise e reflexão da sua própria prática. Participaram da pesquisa: o professor-pesquisador e estudantes de turmas de 1º e 2º série do Ensino Médio. A produção de dados foi gerada a partir dos seguintes instrumentos: fórum de discussão, diário de campo e questionários com os alunos participantes. Com relação à análise de dados, adotamos a análise de conteúdo por entendermos que ela corresponde a uma técnica de análise rica, relevante e com potencial para o desenvolvimento teórico em qualquer área do conhecimento. O Produto Educacional (PE) resultante, um website, elaborado a partir da seleção de trechos de capítulos dos livros e/ou de adaptação de artigos publicados pelo físico Marcelo Gleiser foi aplicado em salas de aula virtuais a partir de uma Unidade Didática (UD) e consistiu, basicamente, da apresentação e discussão gradual de temas e conceitos básicos relacionados à Astrofísica e Cosmologia para assimilação e construção de novos esquemas cognitivos; por meio de problematizações, explicações dialogadas, atividades lúdicas e da utilização de textos de apoio postados no site com o intuito de que os alunos alcançassem melhor entendimento de conceitos e teorias astrofísicas. Pelas evidências de aprendizagem significativa demonstradas no comportamento dos participantes ao longo do desenvolvimento da pesquisa é possível afirmar que o website (PE) atingiu os objetivos propostos.

Palavras-chave: Divulgação Científica. Transposição Didática. Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

ABSTRACT

Issues related to the origins, structure and organization of the Universe generally provoke great interest and curiosity among students. Rudiments of Astronomy present in the High School Physics curriculum can, in this context, direct the teacher to a broader discussion of the role and value of Physics in preparing an individual with conditions to appreciate the unity and harmony of the physical world; inserting it in the broader cultural context of the contemporary world. The hypothesis raised in this research is that the evident lack of interest of students in Physics has as an aggravating factor the marked presence of traditional teaching, due to the difficulty that teachers have to carry out in their classes methodologies that stimulate and motivate their students to become to be interested in the discipline for the pure pleasure of learning and knowing; and had as main objective to obtain effective learning results from the creation, use and interactivity of a website that based on the constructivist theory of Jean Piaget (1896–1980) and on the epistemological bases of Henry Wallon (1879–1962) made possible the use in Basic Education of scientific dissemination texts. The adaptation of these texts through Didactic Transposition (TD) in the format of alternative or complementary material comes to the aid of the teacher as a motivating didactic proposal to make Physics classes more attractive. To this end, we sought to develop an action research of a qualitative and quantitative nature, based on real teaching situations, at the Professor Felismino Freitas School Unit, of the state education network, located in the Mocambinho neighborhood, north of Teresina; where the professor-researcher started from the analysis and reflection of his own practice. Participated in the research: the teacher-researcher and students of classes of 1st and 2nd grade of High School. The production of data was generated from the following instruments: Discussion Forum, field diary and questionnaires with the participating students. With regard to data analysis, we adopted content analysis because we understand that it corresponds to a rich, relevant analysis technique with the potential for theoretical development in any area of knowledge. The resulting Educational Product (PE), a website, made from the selection of excerpts from book chapters and / or adaptation of articles published by physicist Marcelo Gleiser was applied in virtual classrooms from a Didactic Unit (UD) and consisted, basically, of the presentation and gradual discussion of basic themes and concepts related to Astrophysics and Cosmology for assimilation and construction of new cognitive schemes; through problematizations, dialogued explanations, ludic activities and the use of supporting texts posted on the website in order for students to achieve a better understanding of astrophysical concepts and theories. From the evidence of significant learning demonstrated in the behavior of the participants throughout the development of the research, it is possible to state that the website (PE) achieved the proposed objectives.

Keywords: Scientific Disclosure. Following teaching. Didactic Transposition.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CBL	Câmara Brasileira do Livro
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
EaD	Ensino a Distância
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
Fermilab	Fermi National Accelerator Laboratory
FUNDEB	Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira Legislação e Documentos
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação e Cultura
PE	Produto Educacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
SEDUC	Secretaria de Estado da Educação no Piauí
NTDIC	Novas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TD	Transposição Didática
UD	Unidade Didática

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: "Universum" - representação do Universo presente na obra "L'atmosphère: météorologie populaire", (Paris 1888) e colorizada por Heiken waelder Hugo, Viena 1998. .	41
Figura 2: Representativa do sistema de Aristóteles	43
Figura 3: Representação dos círculos imaginados por Ptolomeu para um planeta em órbita.	45
Figura 4: Originalmente inserida na obra de Copérnico representando o seu sistema do mundo	46
Figura 5: As fases da pesquisa.....	66
Figura 6: Página inicial do site vista pelo estudante.....	71
Figura 7: Página inicial do site vista apenas pelo professor-pesquisador. Observar no topo as ferramentas de edição. Elas se tornam visíveis a partir do comando "cms" digitado antes do endereço da página.....	72
Figura 8: Chamada para o segundo encontro.	79
Figura 9: "Print" de postagem em sala virtual.	101
Figura 10: Amostra 1 de respostas em "fórum de discussão" do site.	102
Figura 11: Amostra 2 de respostas em "fórum de discussão" do site.	104
Figura 12: Modelo didático do aluno Thallyson Oliveira 2º B manhã.....	113
Figura 13: Modelo didático da aluna Letícia Vitória 1º C tarde.	115
Figura 14: Print da chamada de atividade de produção audiovisual	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Turmas participantes da pesquisa e frequência às aulas remotas	60
Tabela 2: Distância média dos planetas ao Sol em escala.....	110
Tabela 3: Lista das avaliações aplicadas	114

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Perfil idade dos participantes da pesquisa.	85
Gráfico 2: Perfil sexo dos participantes da pesquisa.....	85
Gráfico 3: Livros lidos por ano.....	86
Gráfico 4: Livros lidos por gênero literário.....	86
Gráfico 5: Notícias conhecidas da mídia.....	94
Gráfico 6: Significado de modelo.....	95
Gráfico 7: Opinião movimento de astros no espaço.....	96
Gráfico 8: Opinião Universo finito ou infinito?.....	98
Gráfico 9: Modelos além do big bang.....	99
Gráfico 10: Noção das dimensões e localização no Universo.....	100
Gráfico 11: Quantidade de alunos por turma que responderam a Avaliação 1.....	119
Gráfico 12: Notas obtidas na Avaliação 1.....	121
Gráfico 13: Notas obtidas na avaliação de recuperação (Avaliação 2).....	123
Gráfico 14: Notas obtidas na 6ª avaliação (Avaliação 3).....	124
Gráfico 15: Auto avaliação das turmas em relação ao nível de dedicação às aulas.....	126
Gráfico 16: Auto avaliação do nível de aprendizado.....	127
Gráfico 17: Avaliação da habilidade e receptividade do professor no decorrer das aulas....	128
Gráfico 18: Avaliação do conteúdo das aulas da UD.....	129
Gráfico 19: Avaliação geral do curso.....	131

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Objetivos de aprendizagem e eixos formativos.	36
Quadro 2: Horários das turmas na escola.	60
Quadro 3: Carga horária semanal da disciplina Física nas turmas de 1ª e 2ª séries.	64
Quadro 4: Resumo das atividades.	72
Quadro 5: Resumo dos textos de apoio da UD.	75
Quadro 6: Organização e estruturação do primeiro encontro.	77
Quadro 7: Organização e estruturação do segundo encontro.	78
Quadro 8: Organização e estruturação do terceiro encontro.	80
Quadro 9: Organização e estruturação do quarto encontro.	81
Quadro 10: Organização e estruturação do quinto encontro.	82
Quadro 11: Respostas e comentários dos estudantes às perguntas abertas.	87
Quadro 12: Conhecimentos prévios – subcategorias.	92
Quadro 13: Amostra respostas de questionário online referente ao texto de apoio 2.	106
Quadro 14: Autoria, links de acesso e tema dos melhores trabalhos audiovisuais.	117

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 DA ESCOLHA DO AUTOR DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA À PROPOSTA DE UM CURSO DE ASTROFÍSICA E COSMOLOGIA PARA O ENSINO MÉDIO	22
2.1 DA ESCOLHA DO AUTOR.....	29
2.2 MARCELO GLEISER E SUA OBRA INSPIRADORA.....	29
2.3 ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO	32
2.3.1 Astronomia, Astrofísica e Cosmologia	32
2.3.2 A Base Nacional Comum Curricular e o Ensino da Astronomia.....	33
2.3.3 Visão de Mundo e o Papel da Escola	37
2.4 AS ORIGENS DAS OBSERVAÇÕES ASTRONÔMICAS: DA COSMOGONIA À COSMOLOGIA.....	39
2.4.1 O Universo Geocêntrico dos Gregos.....	42
2.4.2 O Sistema Copernicano	46
2.4.3 As Observações de Tycho Brahé e a Síntese de Johannes Kepler	47
2.4.4 As Contribuições de Galileu para a Moderna Cosmologia e a Lei de Gravitação de Newton	49
2.4.5 Modelos Cosmológicos Contemporâneos: A Teoria da Relatividade Geral	50
2.4.6 A Cosmologia do Big Bang e a Gravidade Quântica.....	52
2.5 SOBRE O CURSO DE ASTROFÍSICA E COSMOLOGIA PARA O ENSINO MÉDIO	55
3 METODOLOGIA	57
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	57
3.2 CAMPO EMPÍRICO DA PESQUISA.....	59
3.3 MUDANÇA DE PLANOS: DA AULA PRESENCIAL À AULA REMOTA.....	61
3.4 OS SUJEITOS DA PESQUISA.....	63
3.5 FASES DA PESQUISA	65
3.6 INSTRUMENTOS DE PRODUÇÃO DE DADOS	66
3.7 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS	67
4 FERRAMENTAS ONLINE NA CRIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	69
4.1 AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM	70
4.2 DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	72
4.2.1 Cronograma das atividades de pesquisa: descrição e período	72

4.2.2 A Unidade Didática “A Terra e o Universo: Formação e Evolução”	74
4.2.3 Primeiro encontro: Aulas 1 e 2	76
4.2.4 Segundo encontro: Aulas 3 e 4	78
4.2.5 Terceiro encontro: Aulas 5 e 6.....	79
4.2.6 Quarto encontro: Aulas 7 e 8	81
4.2.7 Quinto encontro: Aulas 9 e 10	82
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	84
5.1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS: QUESTIONÁRIO E ENTREVISTA .	84
5.2 CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS: PERGUNTAS FECHADAS.....	94
5.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	100
5.3.1 Atividade 1: Leitura e interpretação.....	100
5.3.2 Atividade 2: Pausa para uma reflexão do texto de apoio 2	105
5.3.3 Atividade 3: Confeção de modelos de representação em escala do Sistema Solar	112
5.3.4 Atividade 4: Protagonismo estudantil – Produção de vídeo curto.....	115
5.4 AVALIAÇÕES	118
5.4.1 Avaliação 1: Apreciação dos resultados obtidos.....	119
5.4.2 Avaliação 2: Apreciação dos resultados obtidos.....	122
5.4.3 Avaliação 3: Avaliação final do 2º Semestre de 2020	124
5.4.4 Avaliação 4: Questionário de avaliação da UD e do PE	125
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	143
REFERÊNCIAS	146
APÊNDICES	153
Apêndice A.....	153
Apêndice B	158
Apêndice C	159
Apêndice D.....	165
Apêndice E	170
Apêndice F	177

1 INTRODUÇÃO

No Brasil e notadamente, em nossas escolas públicas, as crianças e jovens não desenvolvem suficientemente o hábito sistemático da leitura, por isso carregam inúmeras deficiências de análise e interpretação de textos que geram sérios prejuízos de compreensão em todas as áreas de conhecimento, interferindo diretamente em sua aprendizagem. E ainda estamos longe de ser um país de leitores. Em média, o brasileiro lê 4,96 livros por ano – desses, 0,94 são indicados pela escola e 2,88, lidos por vontade própria (INSTITUTO UNIBANCO, 2018).

A aprovação ao final do ano ainda constitui para os estudantes a única preocupação. Sobre essa problemática, o que predomina é a nota, não importando como elas são obtidas, nem por quais caminhos. [As notas] são operadas e manipuladas como se nada tivessem a ver com o percurso ativo do processo de aprendizagem (LUCKESI, 2008, grifos nossos). Na verdade, isso é comprovado nas avaliações externas, a exemplo da Prova Brasil¹, Olimpíadas de Matemática, Olimpíadas de Física, Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), entre outras. Os resultados destas avaliações revelam que as escolas públicas figuram em último lugar no pódio, com raras exceções

No caso do ensino de Física, as dificuldades encontradas pelos alunos e professores no processo ensino e aprendizagem já são muitas, principalmente em virtude da falta de interesse de aprender a disciplina cuja principal causa, acreditamos, encontra-se na metodologia utilizada pelo sistema educacional que persiste em usar conteúdos desvinculados das necessidades dos alunos. As aulas são ministradas de forma estritamente teórica, enfatizando somente a memorização de leis, fundamentos e conceitos; aulas repletas de expressões matemáticas e fora do contexto do aluno, que conseqüentemente apresenta dificuldades de aprendizagem dos conteúdos. Em decorrência disso, as notas são as piores, em vista às demais disciplinas (AMORIM; SILVA, 2016, p. 9).

O estudo de alguns dos problemas da prática pedagógica dos professores intrinsecamente relacionados ao processo do ensinar e do aprender são objeto de estudo da pesquisa em ensino, por exemplo, em ciências, outros não; alguns podem ser generalizados

¹ A Avaliação Nacional do Rendimento Escolar, também conhecida como Prova Brasil é uma avaliação censitária de Português e Matemática que é realizada com alunos de 4º, 5º, 8º e 9º anos do ensino fundamental das escolas públicas das redes municipais, estaduais e federais. O objetivo é avaliar a qualidade do ensino ministrado nas escolas. Esta avaliação é executada bianualmente desde 2005, com escolas que possuem no mínimo 20 alunos matriculados nos anos avaliados. O resultado desta avaliação, juntamente com o indicador do fluxo escolar (taxa de aprovação) é utilizado para calcular o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB (Portal INEP, 2016).

para as escolas particulares, outros não. No que diz respeito à formação continuada, ter como público-alvo os professores da escola pública não pode significar nivelar esse processo pelas condições da escola e dos alunos da rede pública.

Os professores, por sua vez, estão conscientes de que ensinam de forma tradicional, mas demonstram insatisfação com seus métodos de ensino e expressam a vontade de encontrar um caminho diferente, apesar de se sentirem inseguros para mudar.

É recorrente no discurso dos professores, a dificuldade em relacionar o conteúdo teórico às perguntas sobre fenômenos do cotidiano. A aplicação prática de um conhecimento formal que se apresenta descontextualizado no livro-texto não é um processo simples.

Nesta perspectiva, os professores de Física especificamente, falam de como suas práticas pedagógicas na escola pública e na escola particular são diferentes em função dos recursos que a escola particular oferece e da limitação desses recursos na escola pública, bem como da diferença entre os perfis dos alunos de ambas as instituições.

Além disso, se ressentem da não utilização de outros materiais educativos que não sejam o livro-texto e do fato de que a escola pública não dispõe desses materiais. Para alguns professores, o livro-texto se apresenta insuficiente como material educativo; abordam a importância do laboratório didático na demonstração concreta do conteúdo de Física, mas reconhecem a dificuldade de desenvolver atividades de laboratório que levem à efetiva aprendizagem, em função de salas de aulas com excessivo número de alunos.

Os professores de física mencionam também que o aspecto fenomenológico (qualitativo) da Física fica muito apagado e o aspecto matemático (formal) é excessivamente enfatizado e em consequência os alunos não conseguem ver um significado nas fórmulas, muito menos, relacionar teoria a experimentos físicos; outros professores demonstram que têm conhecimento sobre teorias de aprendizagem, mas apontam a dificuldade de transpor esse conhecimento para a prática de sala de aula. Tal dificuldade é recorrente.

Porém, o que mais chama a atenção dos professores, quando se referem ao aluno são as deficiências cognitivas que dificultam a aprendizagem da Física. Neste caso específico, os professores de Física mencionam a deficiência dos alunos no que diz respeito à leitura e compreensão de textos, na medida em que não entendem os enunciados dos problemas; e não entendendo os problemas propostos, não conseguem resolvê-los.

E por fim, exceção feita à base matemática – problema que mereceria capítulo à parte – os professores consideram a atitude do aluno em relação à Física, como sendo de um modo geral negativa, lamentando-se do quanto essa atitude impede o desenvolvimento conceitual do aluno.

Portanto, diversos fatores têm contribuído para o alto índice de reprovação e desinteresse dos alunos em Física na educação básica, notadamente no ensino médio, sendo uma das principais causas para este quadro preocupante a desarticulação dos conteúdos ensinados com a realidade e cotidiano da maioria dos alunos, ou seja, o ensino de Física na maioria das escolas públicas é caracterizado somente por sequências de conteúdos apresentados nos livros didáticos.

Aliado a estas questões têm-se ainda o grande desafio de tornar o ensino de Física prazeroso e instigante sendo capaz de proporcionar aos alunos uma educação científica genuína. Neste contexto, não podemos deixar de destacar a importância da afetividade, em termos de emoções, motivação e interesse no processo ensino e aprendizagem como meio de superar uma dicotomia entre os agentes cognitivos e afetivos, presente nos currículos escolares.

Autores da psicologia cognitiva a exemplo de Henri Wallon (1879–1962) mencionam a grande importância que a afetividade possui nos processos cognitivos. Para este teórico, no campo da dimensão afetiva, e em especial as emoções, estas ocupam lugar central, tanto na construção do sujeito, como na construção do conhecimento. A importância dessa relação é explicitada por Wallon ao mencionar que o aparato orgânico sem a componente afetiva, não é capaz de construir a obra completa da natureza humana, que pensa, sente e se movimenta em um mundo material (LA TAILLE; OLIVEIRA, 1992).

Do exposto e diante do problema que motivou esta pesquisa: “Um site na internet com a finalidade de incentivar a utilização de material de divulgação científica é capaz de estimular a aprendizagem de conceitos fundamentais de Física a alunos do Ensino Médio?” propomos como Produto Educacional (PE) um website visando contribuir para diminuir a deficiência cognitiva dos estudantes no que diz respeito aos conceitos mais significativos da Física relacionados com o estudo do Universo.

Partindo da hipótese de que o evidente desinteresse dos estudantes pela Física ensinada no Ensino Médio tem como fator agravante a presença marcante de um ensino assentado na racionalidade técnica, ou seja, num ensino tradicional; e em função da dificuldade que os professores apresentam de inserir em suas aulas metodologias adequadas que estimulem e motivem seus alunos a se dedicarem ou se interessarem pela disciplina pelo puro prazer de aprender e conhecer; é que defendemos neste trabalho, de conformidade com as teorias da psicologia cognitiva, a concepção de que a Transposição Didática (TD), decorrente de estudos e reflexões da produção científica de um físico (Marcelo Gleiser), surge como proposta de apoio didático ao professor a fim de possibilitar melhorias da aprendizagem de conceitos de Física a alunos do Ensino Médio, além de estimular a leitura e interpretação textual.

A pesquisa teve como principal objetivo obter resultados eficazes de aprendizagem a partir da criação, uso e interatividade de um website que fundamentado na teoria construtivista de Jean Piaget (1896–1980) e nas bases epistemológicas de Henry Wallon (1879–1962), incentive a utilização de materiais de divulgação científica produzidas pelo físico Marcelo Gleiser voltados para a disseminação de conceitos básicos em Cosmologia e Astrofísica.

Nesse sentido, os objetivos específicos foram os seguintes: (i) Identificar os conhecimentos prévios de alunos de 1ª e 2ª séries do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual de ensino da cidade de Teresina acerca de assuntos relacionados ao estudo do Universo; (ii) Propor uma Unidade Didática (UD) como roteiro de apresentação das aulas em que os temas foram abordados; e (iii) analisar as significações produzidas pelos alunos participantes da pesquisa no desenvolvimento e aplicação do website (PE).

Considerando que é preciso entender que os objetivos da divulgação científica variam conforme o fim a que se destinam, a ideia de tornar pública a produção científica esbarra, porém, na própria limitação da linguagem necessária para atingir o público em geral. Um texto de divulgação científica terá de ser escrito utilizando-se a linguagem apropriada ao público para o qual será direcionada. Quanto mais leigo o leitor, maiores deverão ser os cuidados do autor para tornar compreensíveis os termos científicos. Quando um cientista decide escrever um livro direcionado aos leigos, entendemos que ele deve procurar adaptar a linguagem científica.

Além disso, o acesso a artigos, livros ou reportagens sobre Ciência coloca o público leigo em contato com certo tipo de vocabulário, muitas vezes simplificado pelos divulgadores para se tornar compreensível. Dessa forma, o material de divulgação pode atuar como forma de aproximação entre pesquisadores e o público, ajudando a esclarecer os processos de produção científica.

No caso específico da educação, evidentemente, o material de divulgação não pode substituir o material didático, mas, pode servir como suporte para provocar a curiosidade sobre temas importantes e conhecimentos novos, colocar o aluno diante de situações e fenômenos científicos que os façam refletir sobre a amplitude dos conhecimentos já adquiridos, levando-os inclusive a ressignificá-los. Pode também introduzir o aluno nas questões científicas mais atuais, dando uma dimensão mais significativa para a Ciência e em particular, para o ensino da Física.

Diante do exposto, o texto desta dissertação segue organizado em seis seções.

Na primeira seção, como visto acima, fizemos as considerações introdutórias com destaque ao objeto de estudo, problema de pesquisa, objetivo geral, objetivos específicos, hipótese e apresentação da base teórico-metodológica. Na segunda seção abordamos as

motivações que conduziram à escolha do autor de divulgação científica; apresentamos uma breve biografia do físico Marcelo Gleiser e de sua atividade como escritor, professor e pesquisador; tratamos das relações entre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o ensino da Astronomia; da visão de mundo proporcionada ao estudante a partir de estudos mais elaborados de Astronomia, seja através de rudimentos de Astrofísica, seja de conceitos e teorias em Cosmologia; revisitamos as origens das observações astronômicas, desde as primeiras noções dos antigos em suas cosmogonias até os modelos cosmológicos atuais; encerrando a seção com a proposta de um curso de Cosmologia para o Ensino Médio.

Sobre a metodologia adotada nesta investigação e ferramentas online na criação do Produto Educacional, dedicamos a terceira e quarta seções; reservando para a quinta seção a análise e discussão de resultados.

Por fim, na sexta seção, expomos as considerações finais, momento em que apresentamos uma síntese da pesquisa e das atividades realizadas, bem como respostas ao problema de pesquisa.

2 DA ESCOLHA DO AUTOR DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA À PROPOSTA DE UM CURSO DE ASTROFÍSICA E COSMOLOGIA PARA O ENSINO MÉDIO

Atualmente vivemos em um meio social bastante influenciado pela Ciência e pela tecnologia em que a lógica do comportamento humano passou a ser a lógica da eficácia tecnológica e suas razões passaram a ser as razões da Ciência (BAZZO, 1998).

Neste cenário surge a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) no ensino de Ciências, com o objetivo de não apenas discutir separadamente temas relativos à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, mas em buscar a compreensão das relações entre essas quatro dimensões, desenvolvendo a capacidade de tomada de decisão, a aprendizagem de conceitos científicos, além da formação de valores, transformando os alunos em sujeitos conscientes capazes de transformar sua realidade social (SANTOS, 2011).

A perspectiva CTSA enfatiza a alfabetização científica dos alunos e fornece subsídios para que o ensino de Ciências se torne relevante e estimulante. Desta forma, os componentes curriculares além de propiciar o conhecimento dos fenômenos da natureza devem desenvolver nos estudantes a capacidade de assumirem posições em relação a problemas do mundo atual.

Nesse contexto, e para promover o letramento científico dos alunos por meio de uma educação científica contextualizada e socialmente relevante é essencial que o currículo enfatize conexões com as experiências pessoais dos estudantes e contemple relações entre Ciência e Tecnologia, bem como questões da sociedade contemporânea. Para além disso, considera-se, ainda, a necessidade de o currículo criar a possibilidade de serem discutidos aspectos filosóficos da Ciência e aspectos relacionados com a sustentabilidade do planeta e a qualidade de vida (EURYDICE, 2011).

No caso específico do ensino da Física a perspectiva CTSA tem papel fundamental, uma vez que os professores dessa disciplina assumem a responsabilidade de ensinar o conhecimento que fundamenta e explica o funcionamento e manutenção da maioria das aplicações tecnológicas que a sociedade contemporânea tem acesso.

Frente a isto, a revolução tecnológica promovida pelo desenvolvimento das Novas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (NTDIC) e a disseminação democrática do acesso à informação tem possibilitado ao homem contemporâneo o contato imediato e em “tempo real” com fatos, descobertas e notícias de teor científico, bem como com outros tantos, sem nenhum vínculo oficial com a Ciência e as academias ou sociedades científicas que realizam pesquisa séria nas áreas em que se situam. Entre os leigos, fazer tal distinção é tarefa árdua, em razão da ausência de orientação correta e, diante disso, pouquíssimos são aqueles que

se prestam ao trabalho de fazê-lo. Por outro lado, muitos são os defensores da veiculação honesta e verdadeira das descobertas da Ciência que, num esforço conjunto, realizam imensa atividade de divulgação científica de qualidade. Entretanto, apesar dos grandes avanços científicos nas mais diversas áreas, a educação científica da população ainda é preocupante. Existem ainda muita ignorância e desinformação em relação aos processos de aquisição do conhecimento científico, deficiências que precisam ser sanadas por meio de metodologia adequada.

Sabendo-se que diversos são os pesquisadores e cientistas que têm se voltado para a questão da divulgação da Ciência e levando em consideração que a Ciência faz parte do conjunto de conhecimentos constituintes da cultura de um povo, podemos tratar a divulgação como parte da “cultura científica”. Neste sentido, os objetivos da divulgação podem ser concentrados em três pontos básicos: (i) fornecer um vocabulário científico essencial para a compreensão de notícias; (ii) tornar públicos os processos de produção científica e (iii) contribuir para o esclarecimento das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (MASSARANI, 2001).

Como na maioria das vezes o processo de produção é complexo, a divulgação assume um papel ilustrativo, apenas para “dar uma ideia” do que os cientistas estão pesquisando. Aqueles que forem seduzidos através do material de divulgação procurarão se aprofundar no assunto através de outras fontes de informação. A divulgação tem também um papel importante na própria produção científica. Através da divulgação as polêmicas do meio acadêmico tornam-se públicas: tanto leigos quanto especialistas podem se apropriar das informações divulgadas e emitir sua opinião, ampliando o debate. A participação da sociedade é fundamental para o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia.

Além disso, a divulgação científica pode também se tornar um material paradidático no ensino formal, auxiliando no esclarecimento de conceitos científicos, revelando as especificidades do processo de produção científica e as relações CTSA, mesmo que não seja produzida com este objetivo. O material de divulgação se diferencia do material didático, porém, por não ter o devido caráter interativo. Na educação há a necessidade da interação, através de questionários, listas de problemas, textos de caráter pedagógico, elementos lúdicos e outros meios quaisquer que possam vir a ser desenvolvidos pelo professor em sala de aula.

Aqui entra em discussão o conceito de TD: Ideia originária do sociólogo Michel Verret (1975) e aplicada em 1980 por Yves Chevallard à Didática da Matemática.

Conforme Chevallard (2001, p. 20, grifos nossos):

Um conteúdo do saber que foi designado como “saber a ensinar” sofre a partir daí um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que transforma um objeto do “saber a ensinar” em objeto de ensino é denominado de “transposição didática”.

Chevallard considera ainda a existência de outros “saberes”: o “saber sábio” e o “saber ensinado”, entendendo-se aqui “saber” como “conhecimento”.

De acordo com ele, o “saber sábio” é o saber apresentado nas palavras originais de seus autores – a chamada 1º transposição ou TD externa; o “saber a ensinar”, por outro lado, representaria o conteúdo escolar, também presente nos livros textos; já o “saber ensinado”, por sua vez, seria aquele que realmente acontece em sala de aula – a 2º transposição ou TD interna que ocorre a partir do material didático e do seu uso pelo professor em suas aulas (CHEVALLARD, 2001).

O “saber sábio”, ainda segundo Chevallard (2001, p. 25) poderia ser definido como:

[...] o fruto do trabalho de cientistas e intelectuais que produzem o conhecimento científico e que não foram produzidos necessariamente nesse tempo e espaço, mas que são pela escola transmitidos. Por isso, esses conhecimentos devem ser transformados.

Decorre então que ao ser ensinado, todo conceito deve manter semelhanças com a ideia original presente no seu contexto de pesquisa, mas adquire outros significados próprios do ambiente escolar ao qual será alojado. Sob esse ponto de vista, os saberes não seriam meras simplificações de objetos retirados dos contextos de pesquisa e transferidos para sala de aula. Eles seriam, na realidade, novos conhecimentos capazes de responder a dois domínios epistemológicos diferentes: a Ciência e a sala de aula. Logo, as escolhas e adaptações são inevitáveis quando se deve fazer caber três ou quatro séculos de “Física” em duas ou três aulas semanais ao longo de três anos.

Deste modo, para o professor produzir um novo saber que resulte no “saber ensinado”, realizando assim a TD interna, ele necessitará cumprir algumas exigências, tais como “resgatar a contextualização histórica da produção do ‘saber sábio’, diminuindo o excesso do artificialismo e da neutralidade do ‘saber a ensinar’ e do ‘saber ensinado’” (ALVES FILHO *et al*, 2001); além disso, deverá ainda o professor:

[...] conhecer as atualizações científicas publicadas em fontes reconhecidas, inteirando-se do que há de novo com o saber em questão; conhecer a epistemologia do saber em questão; aprimorar as abordagens e contextualizações do saber; e dominar a linguagem adequada do saber para

reescrevê-lo conforme o vocabulário dos alunos e o estágio de compreensão deles (ALVES FILHO *et al*, 2001, p. 90).

Essas exigências são fundamentais no processo de TD diante da necessidade, que deve estar sempre presente, de tornar um conceito mais compreensível, permitindo sua aprendizagem, caso contrário, ela não poderá ser legitimada.

O desafio, entretanto, para o professor é maior do que se supõe à primeira vista, por envolver elementos afetivos que não podem ser ignorados e que, aparentemente, parecem ser tão ou mais relevantes do que os fatores cognitivos. Diante disso e, para atender ao requisito afetivo e emocional presentes no processo de apropriação dos saberes por parte dos estudantes, nesta pesquisa, recorreremos à teoria walloniana como aporte teórico para atingir os objetivos propostos.

A teoria de desenvolvimento de Henri Wallon (1879–1962) e sua psicologia cognitiva aplicada à Educação constituem um instrumento que pode ampliar a compreensão do professor sobre as possibilidades do aluno no processo de ensino e aprendizagem, fornecendo elementos para uma reflexão de como o ensino pode criar intencionalmente condições para favorecer esse processo, proporcionando a aprendizagem de novos comportamentos, novas ideias, novos valores. De acordo com esse teórico, ao lado dos conhecimentos, assumem relevância a sensibilidade, a curiosidade, a atenção, o questionamento e a habilidade de observação do professor sobre o que se passa no processo ensino e aprendizagem (MAHONEY, 2005).

Na teoria de aprendizagem e desenvolvimento walloniana, o eixo principal do processo é a integração em dois sentidos: organismo-meio e integração cognitiva-afetiva-motora.

Partindo de uma perspectiva psicogenética, a teoria de desenvolvimento de Wallon assume que o desenvolvimento da pessoa se faz a partir da interação do potencial genético, típico da espécie, e uma grande variedade de fatores ambientais. O foco da teoria é essa interação da criança com o meio, uma relação complementar entre os fatores orgânicos e socioculturais. Afirma Wallon:

Estas revoluções de idade para idade não são improvisadas por cada indivíduo. São a própria razão da infância, que tende para a edificação do adulto como exemplar da espécie. Estão inscritas, no momento oportuno, no desenvolvimento que conduz a esse objetivo. As incitações do meio são sem dúvida indispensáveis para que elas se manifestem e quanto mais se eleva o nível da função, mais ela sofre as determinações dele: quantas e quantas atividades técnicas ou intelectuais são à imagem da linguagem, que para cada um é a do meio!... (WALLON, 1995 *apud* MAHONEY, 2005, p. 16).

Nessa citação, Wallon coloca a questão do desenvolvimento no contexto no qual o indivíduo está inserido — a realização do potencial herdado geneticamente por um indivíduo vai depender das condições do meio, que podem modificar as manifestações das determinações genotípicas.

Por outro lado, o conjunto afetivo oferece as funções responsáveis pelas emoções, pelos sentimentos e pela paixão. Como a emoção é contagiosa, no caso específico da educação formal, o comportamento do aluno interfere na dinâmica da classe e no professor. O professor, como adulto mais experiente, centrado em si e no outro, de forma equilibrada, e em tese, com maiores recursos para controle das emoções e sentimentos; pode colaborar para a resolução dos conflitos, não esquecendo que o conflito faz parte do processo ensino e aprendizagem, pois é constitutivo das relações. A qualidade da relação é revelada pela forma como os conflitos são resolvidos (MAHONEY, 2005).

Resulta então, de conformidade com Carvalho (2015, p. 246) que:

O domínio afetivo, portanto, exerce um papel fundamental na constituição da pessoa, pois é o que dá energia ao ato motor e à cognição e, juntamente com eles, proporciona a constituição de valores, vontades, interesses, necessidade e motivações, que direcionarão escolhas e decisões ao longo da nossa vida.

A afetividade desse modo, gerando motivações e interesses nos estudantes, quando consideradas no âmbito escolar, possibilita uma ampliação do aprendizado e assimilação dos conceitos mais significativos em Física; conduzindo o professor em seu trabalho na busca por melhorias em sua maneira de ensinar, mediada por recursos didáticos como, por exemplo, os de leitura de textos de divulgação científica que possam contribuir para aprofundar ou ressignificar o ensino da disciplina, tornando-a mais agradável aos estudantes.

Ademais, não poderíamos deixar de considerar a relação entre a teoria de Piaget e a Pedagogia em seu aspecto de construção de uma educação centrada nos métodos ativos, capazes de desenvolver o pensamento racional e autonomia dos indivíduos; aspecto este, contemplado nesta pesquisa, a partir da metodologia aplicada.

Jean Piaget dedicou grande parte da vida a explicar, rigorosamente e por meio de conceitos extraídos da Biologia, da Matemática, da Física, da Filosofia, da Epistemologia e da Psicologia, os processos de conhecimento, sua gênese e evolução. A sistematização desses estudos transformou-se na teoria que ficou conhecida como Epistemologia Genética, configurando-se, ao mesmo tempo, como uma teoria epistemológica do conhecimento e uma teoria sobre o desenvolvimento da inteligência (CARVALHO, 2015).

Apesar das questões educacionais não terem sido o eixo central de suas investigações, estas sempre acompanharam suas reflexões epistemológicas, haja vista a própria explicação da construção do conhecimento, fundamental para o processo de ensino e aprendizagem e a defesa que fez dos métodos ativos na educação.

Entre as influências sofridas por esse teórico, destaca-se a dos estudos do Estruturalismo².

Uma estrutura significa um conjunto de elementos que mantêm relações necessárias entre si, no qual cada elemento que compõe o sistema concorre para a manutenção dos demais; dessa forma, cada elemento tem uma função no todo, interferindo nele. Esse princípio fundamental, a totalidade, está vinculado ao aspecto relacional dos elementos nas estruturas, os quais conferem ao todo propriedades de conjunto distintas daquelas que pertencem aos elementos. Dessa forma, o todo representa mais do que a soma das partes que o compõem (CARVALHO, 2015).

Ainda conforme Carvalho (2015):

Do Estruturalismo, Piaget utilizou a noção de estrutura e o seu caráter de totalidade para elaborar sua Epistemologia, pois, segundo ele, o conhecimento se organiza em “estruturas cognitivas”. Essas estruturas comportam leis como sistema, por oposição às propriedades de seus elementos, as quais são invariáveis. Cada estrutura cognitiva, sob a qual o conhecimento é organizado, tem sua lógica de funcionamento que é universal [grifos nossos].

Contudo, uma estrutura, para Piaget (2003), compreende além da totalidade, outros dois princípios: a transformação e a autorregulação. Sobre o princípio da transformação das estruturas, o teórico, confere à estrutura cognitiva caráter dinâmico, concebendo-a, ao mesmo tempo, como estruturada – contendo leis próprias que a regulam – e estruturante – os elementos que a compõem estão submetidos a um sistema de transformações. O pensamento, portanto, não é estático, mas uma estrutura dinâmica que evolui e se transforma.

Nesse sentido, a transformação e a autorregulação são processos que participam da construção das estruturas do pensamento, cujo movimento se caracteriza por uma construção sucessiva de fases.

Como o interesse piagetiano se remetia à gênese das estruturas cognitivas, a corrente cognitivista, foi mais uma das que influenciaram Piaget, uma vez que enfatizava a cognição, o ato de conhecer e como o ser humano conhece o mundo. Tal corrente tratava dos processos

² Corrente filosófica que busca descobrir a estrutura de um fenômeno, penetrando em sua essência, procurando explicar as relações entre os elementos que a compõem, priorizando a sua estrutura tal como se apresenta em detrimento da sua gênese, evolução e causas (CARVALHO, 2015, p. 139).

mentais que envolviam a cognição, como atribuição de significados, compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação.

O desenvolvimento é visto, pois, como um processo de construção das estruturas cognitivas resultante da interação indivíduo-meio, no qual cada estrutura dá lugar a uma estrutura mais avançada que a anterior, orientando-se para uma forma de equilíbrio final e caracterizando-se como dinâmico, contínuo e progressivo. Conforme Piaget (2002, p.11) “o desenvolvimento, portanto, é uma equilibração progressiva, uma passagem contínua de um estado de menor equilíbrio para um estado de equilíbrio superior”.

A respeito do desenvolvimento, Piaget aborda ainda a sua relação com a aprendizagem. Segundo ele, a aprendizagem é um processo mais restrito que o desenvolvimento cognitivo, à medida que possibilita a aquisição do significado das experiências vivenciadas com os objetos do conhecimento, a partir da organização destas experiências em um sistema de relações. A aprendizagem é, portanto, um processo de construção e reconstrução de conhecimentos, apoiado na ação do sujeito sobre o objeto e dependente do desenvolvimento da inteligência, ou seja, para o indivíduo aprender determinado conteúdo é necessário ter desenvolvido dadas estruturas cognitivas que propiciem esse aprendizado (PIAGET apud CARVALHO, 2015).

Os principais pressupostos da teoria epistemológica de Jean Piaget revolucionaram a maneira de conceber o desenvolvimento humano e contribuíram na construção de novas teorias pedagógicas na medida em que o sujeito passa a ser visto como capaz de construir o conhecimento na interação com o meio físico e social. Assim, a concepção de inteligência “[...] cujas leis funcionais são dadas a partir da vida orgânica e cujas sucessivas estruturas que lhe servem de órgãos são elaboradas por interação dela própria com o meio exterior” (PIAGET, 1987, p. 336), fundamenta teoricamente muitas investigações no campo educacional em busca de novas práticas pedagógicas embasadas no construtivismo³.

Segundo Becker (1994), o construtivismo não é uma prática nem um método, e sim uma teoria que permite conceber o conhecimento como algo que não é dado e sim construído e constituído pelo sujeito através de sua ação e da interação com o meio. Assim, o sentido do construtivismo na educação diferencia-se da escola como transmissora de conhecimento, que insiste em ensinar algo já pronto através de inúmeras repetições como forma de aprendizagem.

³ Tese epistemológica que defende o papel ativo do sujeito na criação e modificação de suas representações do objeto do conhecimento. O termo começou a ser utilizado na obra de Jean Piaget e desde então vem sendo apropriado por abordagens com as mais diversas posições ontológicas e mesmo epistemológicas (MAHONEY, 2004).

Na concepção construtivista a educação é concebida, segundo Becker (1994, p.89), como “um processo de construção de conhecimento ao qual ocorrem, em condição de complementaridade, por um lado, os alunos e professores e, por outro, os problemas sociais atuais e o conhecimento já construído”.

Nesta pesquisa, contudo, interessa-nos a interação entre o sujeito e o objeto iniciada por meio das ações do indivíduo sobre o objeto do conhecimento. Essas ações, orientadas pela estrutura cognitiva (esquema) que predomina em determinado momento do desenvolvimento da inteligência, levam o indivíduo a abstrair (assimilar ou acomodar) os objetos, coisas, fatos e situações pertencentes ao meio em que está inserido e, com isso, conhecê-los, entrando em estado de equilíbrio (adaptação), conforme Piaget (1975, 1976 *apud* CARVALHO, 2015).

2.1 DA ESCOLHA DO AUTOR

Nesse contexto e diante do exposto até aqui, vários são os autores que tem se destacado na mídia, seja impressa ou eletrônica, na atividade de divulgação científica com o objetivo de popularizar entre os leigos os conceitos mais complexos das descobertas em Ciência e do trabalho desenvolvido pelos físicos nas grandes universidades e centros de pesquisa pelo mundo; assim como professores que, ao mesmo tempo em que desenvolvem suas atividades pedagógicas, divulgam os grandes temas da Ciência em livros, artigos e periódicos.

Destes poderíamos destacar Richard Philips Feynman (1918 – 1988), Carl Sagan (1934 – 1996) e mais recentemente, Fritjof Capra, hoje com 78 anos; Stephen Hawking (1942 – 2018) e o brasileiro Marcelo Gleiser (60 anos) que são grande fonte de inspiração, em várias épocas, entre jovens, cientistas, adultos ou simplesmente curiosos nas diversas classes sociais e, também, no meio educacional; sendo este último o grande inspirador desta pesquisa, motivando-nos a desenvolver um PE direcionado ao ensino de Cosmologia e Astrofísica para estudantes de Ensino Médio (EM), em especial das escolas públicas.

Analisando o trabalho de Gleiser e suas obras, tencionamos com esta pesquisa e sua implementação, incentivar o uso de material de divulgação científica no contexto da educação formal, através de website que sirva como apoio didático a professores e estudantes.

2.2 MARCELO GLEISER E SUA OBRA INSPIRADORA

Marcelo Gleiser, astrônomo, escritor, roteirista brasileiro e professor de Física, atualmente pesquisador da Faculdade de “Dartmouth College”, em Hanover, Estados Unidos,

ministra uma disciplina, cujo sugestivo título tem atraído a curiosidade de estudiosos e não entendidos. O curso conhecido como “Física para poetas” aborda em seu conteúdo uma de suas especialidades: a Cosmologia ou o estudo da estrutura e evolução do Universo. As aulas se caracterizam por relatos da História da Ciência e dos cientistas, juntamente com explicações sobre os fundamentos da Física no laboratório através de experiências e demonstrações em sala de aula. Segundo Gleiser “o curso é aberto para estudantes de várias idades e áreas do conhecimento. O único pré-requisito para assistir às aulas é ter curiosidade” (GLEISER, 2017)⁴.

Nascido no Rio de Janeiro, aos 19 de março de 1959, Marcelo Gleiser é conhecido nos Estados Unidos por suas aulas e pesquisas científicas. No Brasil é mais popular por suas colunas de divulgação científica no jornal Folha de São Paulo. Escreveu nove livros⁵ e publicou três coletâneas de artigos.

Quando criança, morando no Rio de Janeiro, gostava de tocar violão e jogar vôlei. Mesmo não se interessando por Matemática, desde cedo eram claros seu interesse e paixão pela natureza. Queria ser músico, mas seu pai, Isaac, que era dentista, convenceu-o a mudar de ideia, pois, segundo ele, “a música seria uma escolha arriscada, tornando incerto seu futuro profissional” (GLEISER, 2019).

Após cursar dois anos de Engenharia Química, Gleiser transferiu-se para o curso de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Bacharelou-se em 1981. No ano seguinte fez seu mestrado na Universidade Federal do Rio de Janeiro e em 1986 obteve seu doutorado no “King's College London” na Universidade de Londres. Em 1988 obteve um pós-doutorado pela Fermilab e em 1991 pelo “Institute for Theoretical Physics” da Universidade da Califórnia.

Em 1994, ganhou do presidente norte-americano Bill Clinton (73 anos) o prêmio “Presidential Faculty Fellows Award” (“Prêmio de Bolsistas da Faculdade Presidencial”, em livre tradução) por seu trabalho de pesquisa em Cosmologia e por sua dedicação ao ensino. Em 1995, ganhou o “Dartmouth Award for Outstanding Creative or Scholarly Work” (ou “Prêmio Dartmouth por Excelente Trabalho Criativo ou Acadêmico”, em livre tradução) e venceu em

⁴ Daqui em diante todas as referências desta seção à vida e obra de Marcelo Gleiser (e suas devidas adaptações à natureza desta pesquisa) foram extraídas da **Wikipédia**, a enciclopédia livre. Elas estão disponíveis em: https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Marcelo_Gleiser&oldid=56107700.

⁵ A Dança do Universo (1997); Retalhos Cósmicos (1999); O fim da Terra e do Céu (2001); A Harmonia do Mundo (2006); Cartas A Um Jovem Cientista: o Universo, A Vida e Outras Paixões (2007); Criação Imperfeita: Cosmo, Vida e o Código Oculto da Natureza (2010); A Ilha do Conhecimento: Os Limites da Ciência e A Busca Por Sentido (2015); A Simples Beleza do Inesperado (2016); O Caldeirão Azul: o Universo, o Homem e seu Espírito (2019).

2001 o prêmio “José Reis de Divulgação Científica” – ofertada pela CNPq e que tem por objetivo revelar e reconhecer grandes nomes que contribuem significativamente para a divulgação científica no Brasil. Ainda em 2001, Gleiser foi eleito “Fellow⁶ da American Physical Society”, a Sociedade de Física Americana, da qual é membro. Seu ensaio “Emergent Realities in the Cosmos”⁷ apareceu em 2003 na antologia “Best American Science Writing” – uma antologia anual de artigos científicos populares publicados nos Estados Unidos – e editada por Oliver Sacks (1993 – 2015), renomado professor de neurologia e psiquiatria na Universidade de Columbia.

Em 1997, com o lançamento no Brasil do seu primeiro livro “A Dança do Universo”, Gleiser trata da questão da origem do Universo tanto sob o ponto de vista científico quanto religioso. O livro, escrito para o público não-especializado, tornou-se um marco da divulgação científica no Brasil⁸.

Em 1998 ganhou o “Prêmio Jabuti” por esse livro – esse prêmio é o mais tradicional prêmio literário do Brasil, concedido pela Câmara Brasileira do Livro (CBL) – e que viria a repetir em 2002 pelo livro “O fim da Terra e do Céu”. Em 2005, lançou uma coletânea de suas colunas publicadas na Folha de São Paulo de 1999 a 2004 intitulada “Micro Macro”, e em 2007, dando prosseguimento à coleção, outra intitulada “Micro Macro 2”. Neste mesmo ano Gleiser foi eleito membro da Academia Brasileira de Filosofia. Em 2006, publicou “A Harmonia do Mundo”, seu primeiro romance e também um best-seller, sobre a vida e obra do astrônomo alemão Johannes Kepler (1571 – 1630); e em setembro de 2006 estreou nos cinemas o filme “O Maior Amor do Mundo”⁹, de Cacá Diegues, com consultoria de Gleiser. O filme conta a história de um astrofísico que volta ao Brasil.

Ainda em 2006, apresenta um bloco no programa dominical Fantástico, da Rede Globo, chamado “Poeira das Estrelas”. A série em muito lembra a série “Cosmos”, de Carl Sagan, com episódios abordando temas científicos e mantendo o foco na Astronomia e na

⁶ O título “Fellow” é atribuído aos profissionais que têm feito importantes contribuições em sua área de atuação, através de uma longa e consolidada experiência e de uma vida acadêmica produtiva.

⁷ “Realidades Emergentes no Cosmos” (em livre tradução), disponível em inglês em: https://books.google.com.br/books?id=vfJvZQxFG18C&lpg=PP1&pg=PA147&redir_esc=y&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 31 ago. 2019.

⁸ Para uma análise crítica e contundente do livro ver o artigo “Como distorcer a Física: Considerações Sobre um Exemplo de Divulgação Científica 1 – Física Clássica”, de Roberto de Andrade Martins, disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6886/6345>. Acesso em: 31 ago. 2019.

⁹ O filme completo está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=X-MmI2yyneQ>. Acesso em: 31 ago. 2019.

origem da vida. A série inspirou um livro homônimo publicado no mesmo ano. Dois anos depois, em 2008, também no Fantástico, apresentou outra série de conteúdo científico: "Mundos Invisíveis", onde explorou a história da Física e da Química, da alquimia à Física de partículas elementares¹⁰. Em 2010, narrou o documentário "Como Funciona o Universo", exibido pelo Discovery Channel¹¹.

A sua primeira obra inspirou uma peça de teatro do grupo "Arte e Ciência no Palco", que estreou no Festival de Curitiba, e foi apresentada em vários teatros e festivais no Brasil e em Portugal. Em 2010, publicou o livro "Criação Imperfeita: Cosmo, Vida e o Código Oculto da Natureza", onde faz críticas a várias das ideias de unificação na física, argumenta que as assimetrias do Universo não tiveram origem a partir de um Deus, e que são as imperfeições que causaram e causam a formação de estruturas na Natureza, do átomo às células. O livro foi publicado em sete línguas. Em 2015, publicou "A Ilha do Conhecimento: Os Limites da Ciência e A Busca Por Sentido" que lida com o problema do necessariamente incompleto conhecimento científico e dos limites das explicações do Universo.

Em março de 2019, Gleiser tornou-se o primeiro latino-americano a ser contemplado com o "Prêmio Templeton", tido informalmente como o "Nobel da espiritualidade"¹².

É articulista do jornal Folha de São Paulo desde 1997.

2.3 ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO

2.3.1 Astronomia, Astrofísica e Cosmologia

A Astrofísica é a componente da Astronomia que estuda os fenômenos físicos que acontecem em todo o Universo, além das propriedades físicas e das interações entre os corpos celestes. Portanto são assuntos constantes na Astrofísica, por exemplo, os tipos de radiações

¹⁰ Ambas as séries (completas) estão disponíveis em (Poeira das Estrelas): [link 1](#) e (Mundos invisíveis): [link 2](#). Acesso em: 31 ago. 2019.

¹¹ O documentário em HD encontra-se disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=agrJHue9aHA>. Acesso em: 31 ago. 2019.

¹² Este prêmio é uma condecoração anual atribuída pela "Fundação John Templeton". O nome é devido a um empresário radicado no Reino Unido e nascido nos Estados Unidos, que foi consagrado cavaleiro pela Rainha Elizabeth II em 1987 devido aos seus esforços filantrópicos. O prêmio, estabelecido em 1972, é entregue a uma pessoa viva que, na opinião dos juízes, "fez uma contribuição excepcional para a afirmação da dimensão espiritual da vida, seja através de uma introspecção, de uma descoberta ou trabalhos práticos". O valor monetário do prêmio é ajustado de maneira que exceda o montante dado pelo Prêmio Nobel, uma vez que Templeton sentia que a "espiritualidade era ignorada" nos prêmios Nobel.

emitidas pelo Sol, a vida e morte das estrelas, os fenômenos que envolvem os buracos negros, supernovas, anãs brancas, a estrutura de nossa galáxia e das galáxias vizinhas, o arranjo dos aglomerados e os efeitos que causam, os mistérios da matéria escura e o estudo das forças fundamentais da natureza, tal como a gravitacional e eletromagnética (OBSERVATÓRIO NACIONAL *apud* FERREIRA, 2011, p. 10).

Já a Cosmologia é o estudo do Universo como um todo. Há autores, tal como Sagan (1982), que veem a Cosmologia como uma relação mais íntima de todas as coisas: uma intrincada busca em compreender o Universo, através da ciência, como o método mais bem-sucedido de entendermos a nós mesmos e nossas origens.

As bases da Astrofísica e da Cosmologia remontam ao passado e estão enraizadas nos antigos estudos do céu. Tais bases surgem no momento em que a curiosidade e a tentativa de comparar os fenômenos do céu com os terrestres se tornaram evidentes nos seres humanos. De acordo com Gleiser (2006), a humanidade sempre buscou demonstrar seu deslumbre pelos mistérios acerca do Universo.

A invenção de novos instrumentos astronômicos tais como os telescópios para a faixa visível e outros comprimentos de onda da luz, da fotografia, dos detectores eletrônicos digitais e do espectroscópio, permitiram o estudo da estrutura interna dos corpos celestes bem como de sua evolução através da aplicação das teorias físicas às propriedades dos astros; As propriedades são a temperatura, o conteúdo químico, a densidade, etc. do astro. A evolução pode ser interna, como por exemplo a evolução de uma estrela, ou global, como por exemplo a evolução dinâmica do sistema solar ou de uma galáxia (SOARES, 2016).

2.3.2 A Base Nacional Comum Curricular e o Ensino da Astronomia

Com base na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) sugerem para a disciplina de Física, conteúdos que estejam voltados para a formação de um indivíduo contemporâneo e atuante, que possa compreender e intervir na realidade. Tais conteúdos devem permitir lidar com fenômenos naturais e tecnológicos do nosso cotidiano e do Universo distante; além disso, o conhecimento deve ser visto como construído ao longo da história da humanidade e presente em nossa cultura (BRASIL, 2000).

Nesta perspectiva, os PCN (2000) ao descrever a importância da Ciência no entendimento dos recursos tecnológicos que o homem utiliza para intervir na natureza e as consequências para o planeta, indicam como exemplos de conceitos físicos para o estudo e

compreensão dessas tecnologias, o uso de semicondutores que propicia a compreensão da informática; o estudo da termodinâmica, da eletrodinâmica e da física quântica para entender as tecnologias de produção industrial; bem como conceitos de eletricidade, de luz como onda e partícula, de propriedades ópticas, magnéticas e elétricas dos materiais, apresentados como agentes para associar Ciência e Tecnologia.

Por sua vez, os PCN+ (2002) propõem o tópico “Universo, Terra e Vida” como um tema estruturador da disciplina de Física, composto das unidades temáticas: Terra e Sistema Solar, O Universo e sua Origem e a Compreensão Humana do Universo; no qual se encaixariam os estudos de Astrofísica e Cosmologia, representando um grande potencial para um tratamento contextualizado e interdisciplinar do conhecimento. É importante pensar que as grandes questões levantadas acerca do Universo e da nossa existência e a consequente busca por respostas motivam uma investigação mais profunda em torno do mundo físico.

Conforme o documento:

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do Universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens [...]. 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).

Dessa forma, os PCN+, apesar de não fazerem uma distinção clara entre Astronomia e o que estuda a Astrofísica, sugerem uma abordagem mais ampla do assunto. Entretanto, apesar dos esforços da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB) através da realização anual, por exemplo, da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) em difundir a Astronomia, ela continua sendo pouco explorada no Ensino Médio. Os livros didáticos, em sua maioria, abordam as leis de Kepler, a Gravitação e alguns fenômenos relacionados ao Universo, deixando a desejar temas atuais ou temas constantes sequer dos PCN.

O Brasil era um dos poucos países que ainda não tinha uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Agora, tem na BNCC um instrumento poderoso, não apenas para tornar claros os objetivos de aprendizagem de cada aluno, como também para capacitar o professor a propor situações didáticas nas quais os alunos possam desenvolver tais objetivos, com os mesmos parâmetros no sul ou no norte do país.

O ano letivo de 2020 está mantido como marco da virada de página nos rumos da educação brasileira, ao consolidar a implementação das diretrizes para a elaboração dos currículos escolares em todo o país. Até o momento, já se contabilizam quatro anos de debates, 12 milhões de contribuições e 9 mil recomendações para o documento final de 600 páginas que começa a ser implementado na Educação Infantil e no Ensino Fundamental – sendo que a homologação da parte referente ao Ensino Médio só ocorreu em dezembro de 2018, e suas normas começam a ser adotadas no ano de 2020 (BNCC, 2019, p.8).

No Ensino Médio, as Ciências Naturais são abordadas com maior ambição formativa, tanto em termos da natureza das informações tratadas, dos procedimentos e atitudes envolvidas, como em termos das habilidades, competências e dos valores desenvolvidos (BRASIL, 2000). Com o intuito de produzir um conhecimento efetivo e organizar o aprendizado, no Ensino Médio as Ciências Naturais passam a compor uma organização curricular em três disciplinas: Biologia, Física e Química; uma organização que responde a razões conceituais e históricas, que reflete o tipo dos conhecimentos tratados e a forma como eles são e foram produzidos; praticamente todas as áreas de conhecimento de Astronomia estão inseridas na área de Física. Estes componentes curriculares devem possibilitar a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, envolvendo discussões de temas transversais. Nesse aspecto, se faz necessário a integração entre conhecimentos abordados nos vários componentes curriculares da área.

Na BNCC os eixos formativos que estruturam a aprendizagem a ser conduzida são dimensões do conhecimento físico e orientam o currículo. Na nova proposta são eles: eixos do Conhecimento Conceitual (CC), eixos da Contextualização Social, Cultural e Histórica (CSCH), eixos dos Processos e Práticas de Investigação (PPI), e por último o eixo da Linguagem da Ciência (LC) que estruturarão a formação pretendida.

Quanto à organização dos currículos de Física, propõe-se na BNCC a divisão em seis Unidades Curriculares que contemplam os campos de conhecimento da Física. São elas: 1 – Movimentos de Objetos e Sistemas; 2 – Energias e suas Transformações; 3 – Processos de Comunicação e Informação; 4 – Eletromagnetismo: Materiais e Equipamentos; 5 – Matéria e Radiações: Constituição e Interações; e 6 – Terra e Universo: Formação e Evolução.

A última Unidade Curricular estende-se desde a Gravitação Universal que coordena a dança dos corpos celestes, até as hipóteses sobre os primeiros momentos do surgimento das forças; abordando a visão contemporânea do Universo e nele galáxias e estrelas, comparando-se com a herança de Cosmologias de outras épocas – ou seja, modelos Cosmológicos da antiguidade; o estudo do funcionamento e da evolução de estrelas, a compreensão da formação

de nosso Sistema Solar e a investigação de condições para que surja a vida em outras partes do Universo.

O Quadro 1 apresenta os objetivos de aprendizagem da Unidade Curricular Terra e Universo da BNCC e sua relação conceitual com os eixos formativos.

Quadro 1: Objetivos de aprendizagem e eixos formativos.

Objetivos de Aprendizagem	Eixo
Explicar as interações astronômicas, em diferentes âmbitos, do Sistema Solar ao intergaláctico, utilizando o conhecimento da atração gravitacional para identificar e estimar distâncias, massas, energias e tempos envolvidos.	CC
Apresentar modelo simplificado da formação e constituição de estrelas, em função da auto gravitação de nuvens de hidrogênio, das reações de fusão em seu interior e da pressão de radiação resultante que se contrapõe à pressão gravitacional.	CC
Identificar etapas da evolução de estrelas de diferentes dimensões, estimadas em função de suas cores, brilhos e outras características observáveis e de modelos que interpretam seus comportamentos.	CC, CSCH
Compreender a origem dos elementos químicos, desde a nucleossíntese primitiva de hidrogênio, hélio e lítio à nucleossíntese que se processa até o Ferro no interior das estrelas e a de elementos mais pesados em supernovas.	CC
Compreender aspectos básicos do modelo padrão do Big Bang para a formação do Universo, localizando e descrevendo os principais eventos espaço-temporais que o caracterizam e identificando algumas lacunas desse modelo.	CC
Identificar os eventos associados à exploração do cosmo, relacionando-os a contextos históricos, políticos e socioculturais, como a corrida espacial, a Guerra Fria e a disputa política e econômica entre nações.	CSCH
Consultar fontes, sistematizar informações e avaliar criticamente as hipóteses científicas e condições para a existência de vida fora da Terra, também exploradas em obras de ficção literária e cinematográfica.	CC, CSCH, PPI
Comparar modelos explicativos da origem e da constituição do Universo, segundo diferentes épocas e culturas, tais como a cosmologia de povos primitivos, a do mundo grego do geocentrismo ao heliocêntrico.	CSCH
Produzir textos utilizando unidades cosmológicas, como unidade astronômica, ano-luz e parsec, comparando com as do cotidiano, para estimar distâncias e tempos de percurso da luz de planetas e estrelas e galáxias, avaliando limites de viagens no espaço sideral.	LC

Fonte: BNCC, 2018

Observa-se no Quadro 1 que a maioria dos objetivos de aprendizagem da Unidade Curricular proposta, tem como eixo formativo o eixo do Conhecimento Conceitual (CC), o que sintetiza o objetivo desse campo de atuação – o campo conceitual apenas. Os objetivos de aprendizagem apresentam realmente um nível de competência bem satisfatório, com a possibilidade de uma análise mais profunda de cada tema, e não mais, como nos PCN, que envolviam noções elementares e conceituação simples, o que denota uma evolução significativa na proposta.

2.3.3 Visão de Mundo e o Papel da Escola

Para que o ensino de Física possa cumprir a tarefa de auxiliar os alunos de hoje no entendimento do mundo, é importante que se perceba que a Física escolar difere muito da Física profissional, aquela dos laboratórios e centros de pesquisa. Isso fica claro quando entendemos que aquilo que motiva o cientista nem sempre é o que motiva os alunos: cientistas são levados a melhorar o conhecimento disponível no interior da comunidade a que pertencem. O aumento de precisão num conhecimento sobre o tempo de vida média de uma partícula elementar, a velocidade da luz ou os graus de liberdade num composto qualquer são atividades totalmente justificadas na Física profissional. Os alunos, por sua vez, nem sempre se interessam por tais questões, mas se intrigam quando dizemos que duas pessoas nunca veem o mesmo arco-íris ou que um aparelho de telefonia celular emite ondas eletromagnéticas, mesmo quando não está sendo usado.

Nesse sentido, o ensino de Física deve ser pensado como integrante de um saber científico a ser transmitido no contexto definido pelo interesse dos alunos da comunidade onde vivem e de acordo com as condições da escola. Isso significa dizer que os objetivos do ensino de Física não se superpõem integralmente àqueles presentes no contexto científico de sua produção.

A vivência em comunidades ao mesmo tempo que torna complexa nossa visão de mundo, que é revestido de uma dimensão social importante, contribui com nossa capacidade de entendimento. Incorporando boa parte do conhecimento produzido por nossos antepassados, não necessitamos reinventar todas as soluções às situações vivenciadas, isto é, parte do nosso mundo não é propriamente construída, mas descoberta no sentido de apreendido como uma construção sociocultural previamente disponível.

A escola tem papel fundamental na elaboração dessa visão de mundo. Enquanto instituição social, incumbe-se de boa parte da tarefa de transmissão das formas de entendimento

culturalmente estabelecidas em determinado momento histórico. Todo tipo de conhecimento sistematizado socialmente, ou seja, que transcende o dito senso comum, fica a cargo da escola. Ela tem como um de seus papéis sistematizar a transmissão das experiências coletivas passadas bem-sucedidas e adaptá-las às necessidades atuais, visando preparar as futuras gerações para enfrentar o mundo em que vivemos.

É importante, em nossa tarefa de ensinar, nos questionarmos o quanto a escola de hoje tem cumprido o papel de transmissora de uma tradição que auxilia os indivíduos a adquirirem uma visão de mundo adequada ao seu desenvolvimento pessoal e social. Como professores, deveríamos nos perguntar a todo momento o quanto aquilo que estamos na eminência de ensinar pode contribuir com os alunos para o entendimento do mundo. Para os conteúdos de Física ensinados em nível médio, esse questionamento tem importância particular, pois essa ciência se coloca como uma ciência da natureza e como tal abarca uma parcela importante do mundo que nos cerca. Além disso, a Ciência e a tecnologia transformaram de tal modo as sociedades modernas que para entender o mundo de hoje, devemos fatalmente incorporar conhecimentos científicos. Outra forma de manifestar a necessidade de uma educação científica é formulada na ideia da Alfabetização Científica e Técnica¹³, que destaca a necessidade, na atualidade, dos conhecimentos da Ciência e da tecnologia em analogia com a necessidade de saber ler e escrever na sociedade do início do século XX.

Nesta perspectiva, a Física, uma Ciência da natureza, se propõe a conhecer os fenômenos que abarca da forma mais precisa possível. Essa seria uma maneira inicial de definir o conhecimento gerado em seu âmbito. Para tanto, ao longo dos últimos trezentos anos, ela desenvolveu um arsenal de instrumentos teóricos e experimentais que auxiliam os físicos nessa tarefa. Esse instrumental desenvolvido nada é mais do que o acúmulo de resultados positivos de pesquisas, que permite inferir a obtenção de sucesso na sua utilização num futuro imediato. Nesse sentido, o conhecimento físico é o conjunto de enfoques particulares bem-sucedidos no passado na tarefa de entender a natureza. Desse processo, resultou o que é chamado de “mundo físico”: uma forma também particular de conceber o mundo construída ao longo de vários séculos de pesquisas. Entretanto, é importante ressaltar a frequência de processos de ruptura aos quais ela é submetida quando são realizadas grandes revisões nos seus pressupostos¹⁴.

¹³ “Alphabétisation scientifique et technique”. Ver FOUREZ, G. **A Construção das Ciências**. SP: Editora da Unesp, 1995. Sobre o papel do conhecimento científico na tomada de decisão no cotidiano.

¹⁴ Para uma discussão sobre filosofia e evolução da Ciência, ver, por exemplo, KHUN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. 5ª ed. SP: Perspectiva, 1988.

A partir dessa definição, podemos afirmar que o mundo físico está intimamente relacionado ao mundo cotidiano, pois a natureza faz parte de ambos. Fenômenos naturais presentes no dia a dia, como o arco-íris, a chuva, os raios durante as tempestades, as fases da lua, dentre outros, são objetos de conhecimento da Física. Além desses aspectos “genuinamente” naturais, outros podem ser acrescentados como, por exemplo, os que se referem aos equipamentos oriundos das tecnologias atuais, cujos princípios de funcionamento se relacionam, direta ou indiretamente, com conhecimentos físicos. Há uma tendência à universalidade que se destaca como uma das principais características da Física: os físicos acreditam que as leis e os princípios formulados para explicar situações na Terra tem validade universal.

Sob essa ótica, as explicações dadas pelos gregos inauguraram uma nova forma de pensar o Universo. Ao olharem o céu, eles viram mais do que um palco para suas divindades e, desta forma, começaram a pensar em como seria o funcionamento do Cosmos. Estudar os modelos explicativos do Universo por eles elaborados e atualmente considerados ultrapassados, portanto, pode ser interessante se por esse estudo pudermos entender a trajetória histórica em direção à Física de nossos dias.

Em nossa pesquisa, as seções seguintes fornecem uma visão geral deste contexto histórico ao apresentar estes modelos explicativos, descrevendo-os brevemente com o objetivo de introduzir os principais temas baseados nos textos e artigos escritos por Marcelo Gleiser.

2.4 AS ORIGENS DAS OBSERVAÇÕES ASTRONÔMICAS: DA COSMOGONIA À COSMOLOGIA

Entre os povos primitivos o mito constituía a estrutura dominante. Assim é que os primeiros modelos de construção do real são de natureza “sobrenatural”, recorrendo o homem aos deuses para explicar os fenômenos observados em um discurso forte, que se estendeu por todo o âmbito da realidade vivida, e não apenas na relação entre o homem e Deus.

Segundo Gleiser (2006, p. 14), esses mitos:

[...] encerram todas as respostas lógicas que podem ser dadas à questão da origem do Universo, incluindo as que encontramos em teorias cosmológicas modernas. Com isso não estou absolutamente dizendo que a ciência moderna está meramente redescobrimo a antiga sabedoria, mas que, quando nos deparamos com a questão da origem de todas as coisas, podemos discernir uma clara universalidade do pensamento humano. A linguagem é diferente, os símbolos são diferentes, mas, na sua essência, as ideias são as mesmas.

Como exemplos mitológicos poderíamos citar: O mito hindu que ensinava que o astro do dia se livrava, à tarde, da sua luz, e atravessava o céu, durante a noite, com uma face escura; a mitologia grega através de Anaximandro, de Mileto, que sustentava, de acordo com Plutarco, que o Sol era carroça, cheia de um fogo muito vivo, que escaparia por uma abertura circular; a de Epicuro, que por sua vez, teria emitido a opinião de que o Sol se acendia de manhã e se apagava, à tarde, nas águas do oceano; a de Anaxágoras que considerava o Sol um ferro quente do tamanho da região grega do Peloponeso ou mesmo de a Hipólito que concebia para as estrelas, que estas surgiram da Terra, ao destacar-se dela pela umidade ascendente: com a rarefação da umidade teria surgido o fogo e, do fogo as estrelas, então, teriam se formado (ARANHA, 2009).

As primeiras ideias que os homens fizeram da Terra, do movimento dos astros e da constituição do Universo foram, em sua origem, unicamente, baseadas no testemunho dos sentidos. Na ignorância das mais elementares leis da Física ou das forças da natureza, não tendo senão a sua vida limitada como meio de observação, não podiam julgar senão pelas aparências.

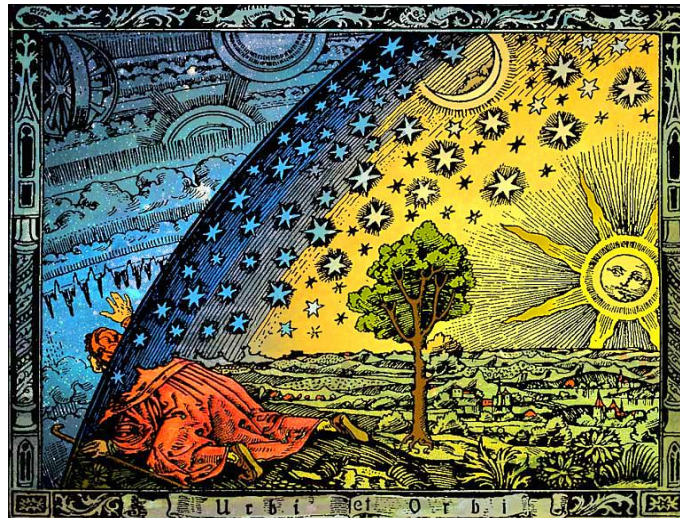
Ora, vendo o Sol aparecer, pela manhã, em um lado do horizonte, e desaparecer, à tarde, do lado oposto, disso concluíram, naturalmente, que ele girava em torno da Terra, ao passo que esta ficava imóvel. Se o contrário era dito, eles respondiam que isso não poderia ser, porque o Sol era visto mudar de lugar, e não sentiam a Terra se mover.

A pouca extensão das viagens, que, raramente, ultrapassavam o limite das tribos ou dos vales e planícies, não podia permitir a constatação da esfericidade da Terra. Aliás, como supor que a Terra pudesse ser uma esfera? Os homens não teriam podido se manter senão sobre o ponto mais alto, e, supondo-a habitada em toda a sua superfície, como teriam podido viver, no hemisfério oposto, com a cabeça para baixo e os pés para cima?¹⁵ A coisa teria parecido ainda menos possível com um movimento de rotação.

A Terra, pois, era uma superfície chata, circular tal uma mó de moinho, se estendendo, a perder de vista, na direção do horizonte; daí a expressão ainda usada: “ir ao fim do mundo”. Seus limites, sua espessura, seu interior, sua face inferior, o que havia abaixo eram desconhecidos.

¹⁵ Conceção da existência de “antípodas”, termo oriundo de uma expressão grega significando literalmente “pés opostos” (as pessoas que habitariam nos antípodas caminhariam “ao contrário”). Em Geografia, um par de antípodas são dois pontos que são opostos um ao outro na superfície da Terra e são conectados por uma linha reta que atravessa o centro da Terra. Os pontos antípodas podem estar tão distantes um do outro quanto possível, com uma longa distância circular de cerca de 20.000 Km.

Figura 1: "Universum" - representação do Universo presente na obra "L'atmosphère: météorologie populaire", (Paris 1888) e colorizada por Heiken waelder Hugo, Viena 1998.



Fonte: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k408619m/f6.image.texteImage>

O céu, aparecendo sob uma forma côncava, era, segundo a crença vulgar, uma abóbada real, cujas bordas inferiores repousavam sobre a Terra, e lhe marcavam os limites; vasta cúpula da qual o ar enchia toda a capacidade (Figura 1). Sem nenhuma noção do infinito e do espaço, incapazes mesmo de entender estes dois conceitos, homens figuravam essa abóbada formada de matéria sólida; daí o nome de “firmamento”, que sobreviveu à crença, e que significa firme, resistente (KARDEC, 2003).

As estrelas, das quais não podia supor a natureza, eram simples pontos luminosos, pregados na abóbada iguais a lâmpadas suspensas, dispostos sobre uma única superfície, todos à mesma distância da Terra, do mesmo modo que são representados no interior de certas cúpulas, de fundo azulado para figurar o azul dos céus.

A ignorância completa do conjunto do Universo e das leis da natureza, que o regem, da constituição e da destinação dos astros, que pareciam tão pequenos em comparação com a Terra, devia, necessariamente, fazer considerar a Terra o objetivo único da Criação, e os astros como acessórios criados unicamente em intenção dos seus habitantes.

Não tardou em se perceber o movimento aparente das estrelas, que se movem, em massa, do oriente para o ocidente, erguendo-se à tarde e deitando-se pela manhã, conservando as suas posições respectivas. Entretanto, essa observação não teve, durante longo tempo, outra consequência senão de confirmar as ideias de uma abóbada sólida, arrastando as estrelas em seu movimento de rotação.

Somente mais tarde, compreendeu-se, pela direção do movimento das estrelas e o seu retorno periódico na mesma ordem, que a abóbada celeste não podia ser simplesmente, uma semiesfera pousada sobre a Terra, mas uma esfera inteira, oca, no centro da qual se encontrava a Terra, sempre chata, ou mais ou menos convexa, e habitada somente em sua superfície superior.

Exemplificando, podemos citar Hesíodo, poeta grego que teria vivido por volta do século VII a.C. e que, em sua obra intitulada “Teogonia: sobre as origens do mundo e dos deuses”, descreve as forças da natureza como divindades: Gaia é a Terra, Urano é o Céu, Cronos é o Tempo e Eros o princípio que aproxima os opostos (ARANHA, 2009).

Enquanto Hesíodo, ao relatar o princípio do mundo (Cosmogonia) e dos deuses (Teogonia), referia-se à sua gênese ou origem, os primeiros filósofos gregos, por volta do século VI a.C, elaboraram uma Cosmologia, pois procuravam a racionalidade do Universo.

Mais tarde, pôde-se observar o movimento dos astros com tanta precisão quanto o permitia a ausência de instrumentos especiais, constatando-se, primeiro, que certas estrelas tinham um movimento próprio, independente da massa, o que não permitia mais supor estivessem pregadas na abóbada: foram chamadas “estrelas errantes” ou planetas para distingui-las das “estrelas fixas”.

As viagens mais longas permitiram observar a diferença dos aspectos do céu, segundo as latitudes e as estações e posteriormente, a elevação da estrela polar acima do horizonte, variando com a altitude, pôs sobre o caminho da realidade da redondeza da Terra, fazendo com que pouco a pouco, o homem fizesse uma ideia mais racional do “sistema do Mundo”.

O surgimento da racionalidade foi o resultado de um processo muito lento, preparado pelo passado mítico, cujas características não desapareceram como por encanto na nova abordagem filosófica do Mundo.

Essas ideias primárias, ideias ingênuas, foram, durante longos períodos seculares, o fundo das crenças religiosas e serviram de base para todas as cosmogonias antigas.

2.4.1 O Universo Geocêntrico dos Gregos

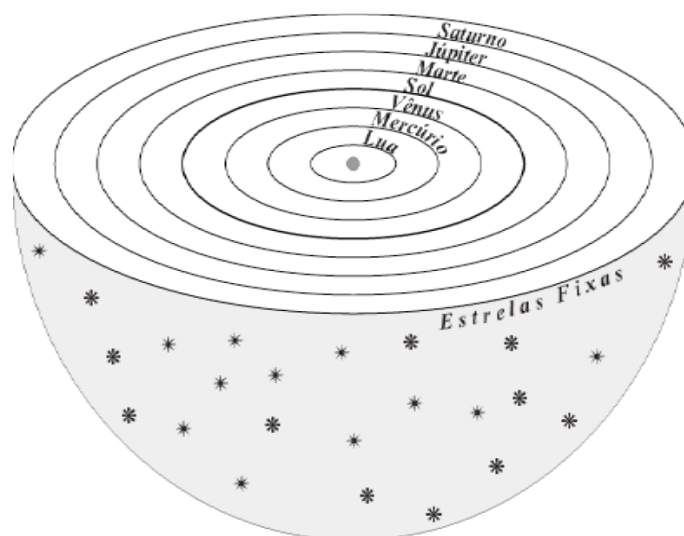
Juntando a explicação dos movimentos dos astros, a partir da observação, com a crença na perfeição dos círculos e das esferas, Platão (428–347 a.C.), mais tarde seu discípulo Aristóteles (384–322 a.C.) e outros gregos; desenvolveram no século IV a.C. um sistema astronômico em que a Terra estava parada e todos os corpos vistos no céu executavam

movimentos circulares ao seu redor. Esse movimento circular era garantido pela existência de “esferas cristalinas” (Figura 2) que giravam com período constante em torno do eixo terrestre.

De acordo com Aristóteles, a Terra imóvel estaria rodeada por nove esferas concêntricas e transparentes, uma contendo a seguinte e assim por diante, como as camadas de uma cebola. A camada interior constituiria a esfera da Lua, as duas exteriores guardariam a esfera das estrelas fixas, e, além desta, encontraríamos a esfera do Primeiro Motor, imprimindo movimento a todas as outras (KOESTLER, 1989).

O Motor não Movido, imprimindo movimento ao Mundo pelo lado de fora, é o Deus da Teologia abstrata. A remoção do “lar de Deus” do centro para a periferia transformou automaticamente a região central, ocupada pela Terra e pela Lua, a mais afastada dele, a menor de todo o Universo. Este espaço, encerrado pela esfera da Lua e contendo a Terra, chamada região sublunar, passou a ser considerada definitivamente inferior. A essa região, e somente a essa região, é que se limita a mudança e a mutabilidade. Além da esfera da Lua, os céus são eternos e inalteráveis.

Figura 2: Representativa do sistema de Aristóteles



Fonte: Astronomia de Posição – Gastão Bierrenbach Lima Neto. p.19.

Essa visão do Universo em duas regiões, uma inferior, outra superior, uma sujeita à mudança, outra não, iria tornar-se outra doutrina básica da filosofia e Cosmologia medievais.

A divisão tornou-se intelectualmente mais satisfatória e de fácil compreensão, atribuindo às duas partes do Universo diferentes matérias-primas e diferentes movimentos. Na região sublunar, toda a matéria era feita de várias combinações dos quatro elementos, terra, água ar e fogo, os quais, por sua vez, eram combinações de dois pares de opostos: quente e frio,

seco e molhado. A natureza de tais elementos exige que se movam em linhas retas; a terra para baixo, o fogo para cima, o ar e a água horizontalmente. A atmosfera enche toda a esfera sublunar, apesar das suas camadas superiores não consistirem de ar, mas de uma substância que, posta em movimento, arde produzindo cometas e meteoros. Os quatro elementos se transformam constantemente um no outro, e aí acaba a essência de toda mudança (KOESTLER, 1989).

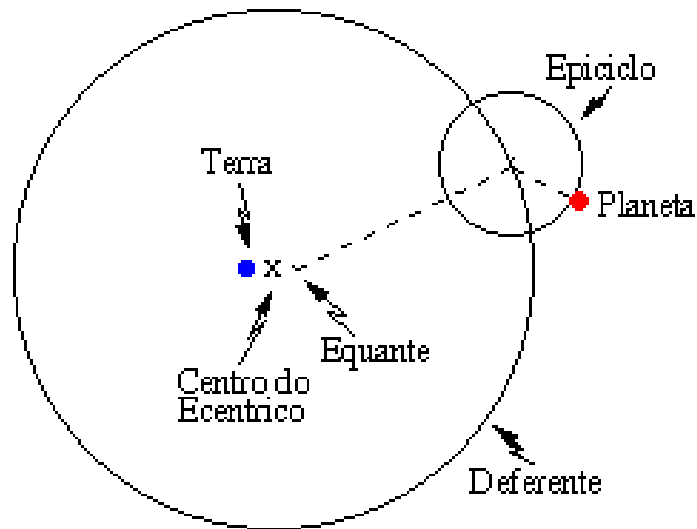
Mas se sairmos da esfera da Lua, nada muda, e não está presente nenhum dos quatro elementos terrestres. Os corpos celestes são feitos de um quinto elemento – o éter – diferente, puro e imutável, o qual tanto mais puro se torna quanto mais distante da Terra. O movimento natural deste quinto elemento, por oposição aos quatro elementos terrestres, é circular, pois a esfera é a única forma perfeita, e o movimento circular o único movimento perfeito. O movimento circular não tem início e não tem fim: volta-se sobre si próprio e continua pra sempre; é o movimento sem mudança.

Mais tarde, perto do ano 140 d.C., Claudius Ptolomeu, da escola de Alexandria, escreveu a notável síntese e compêndio do saber astronômico antigo – o **Almagesto**. Combinando as suas próprias ideias com as crenças vulgares e algumas das mais recentes descobertas astronômicas, compõe um sistema cujas ideias expostas, durante quase quinze séculos, foi o único adotado no mundo civilizado até o aparecimento de Copérnico.

Se o mundo de Aristóteles é um “mundo de cebola”, o universo de Ptolomeu pode ser considerado um “mundo de rodas gigantes”, como se veem em parques de diversões: uma roda gigantesca, de pé, girando lentamente, com assentos ou pequenas cabinas suspensas da borda (KOESTLER, 1989). Mas supondo o passageiro seguramente atado ao assento da cabina, em vez de pender da borda da grande roda, ele deveria girar rapidamente em torno do eixo do qual pende, enquanto o próprio eixo giraria lentamente com a roda. O passageiro, que na analogia corresponderia a um planeta, descreveria, no espaço, uma curva que não é um círculo e, apesar disso, é produzida por uma combinação de movimentos circulares. Variando-se o tamanho da roda, o comprimento do eixo de que pende a cabina e as velocidades das duas rotações, era possível produzir enorme variedade de curvas.

Visto da Terra, que seria o centro da grande roda, o passageiro-planeta da cabina se moveria no sentido horário; depois, voltaria no sentido oposto ao dos ponteiros do relógio, movendo-se novamente no sentido horário, e assim por diante.

Figura 3: Representação dos círculos imaginados por Ptolomeu para um planeta em órbita



Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/p1/p1.htm>

Ptolomeu chamou de **deferente** a borda da grande roda e de **epiciclo** o círculo descrito pela cabina (Figura 3). Escolhendo-se uma relação adequada entre os diâmetros do epiciclo e da deferente, e velocidades convenientes para cada um, foi possível realizar uma aproximação bastante regular dos movimentos observados de um planeta, pelo menos no que dizia respeito às estações e recuos, e à sua distância variável da Terra.

Não eram apenas essas, todavia, as irregularidades dos movimentos planetários. Havia outro problema, causado – como se sabe hoje – pelo fato das órbitas não serem circulares, mas elípticas, ou ovaladas: os planetas “inchavam”. Para eliminar tal irregularidade, Ptolomeu concebeu outro dispositivo, chamado **excêntrico móvel**, uma espécie de epiciclo às avessas. Através dele, o centro da grande roda já não coincidia com a Terra, mas se movia num pequeno círculo nas proximidades da Terra, produzindo-se uma excentricidade conveniente, ou uma órbita “inchada”.

Quando o Sistema Ptolomaico foi “aperfeiçoado”, os sete passageiros-planetras, Sol, Lua, e os cinco planetas, precisavam de um maquinismo de trinta e nove rodas para mover-se através do céu com a roda mais externa, que levava as estrelas fixas, completando, portanto, o número par: quarenta.

Entretanto, apesar do aparente desenvolvimento e complexidade do sistema de Ptolomeu, seu modelo de representação ainda guardava semelhança com o sistema de Aristóteles, porque aquele astrônomo colocava para além das estrelas fixas o que ele denominou

Primeiro Móvel que daria o movimento a todos os céus inferiores e os levava a fazerem uma revolução em vinte e quatro horas.

Tornado dogma católico, seu sistema vigorou desde a Antiguidade até a Revolução de Copérnico (1543).

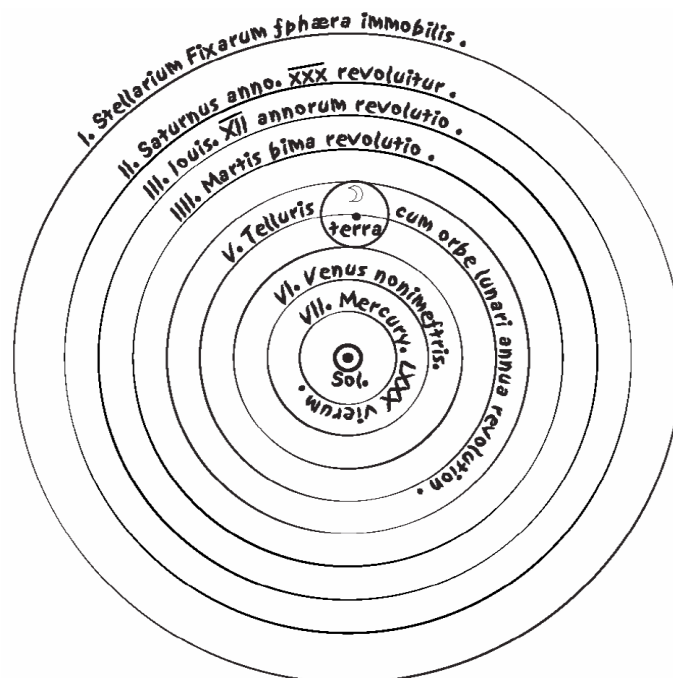
2.4.2 O Sistema Copernicano

Foi Nicolau Copérnico (1473–1594) que revolucionou a visão de mundo antiga, rompendo com o geocentrismo e afirmando que o nosso planeta não passava de pequeno satélite de um pequeno Sol.

Para Copérnico, o Universo ocuparia um espaço finito limitado pela esfera das estrelas fixas. No centro, estaria o Sol. Tanto a esfera das estrelas como o Sol seriam imóveis. Em volta do Sol girariam os planetas Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno, nessa ordem. A Lua giraria em torno da Terra (Figura 4). A aparente revolução diária de todo o firmamento era devido à rotação da Terra sobre o próprio eixo.

O aparente movimento anual do Sol ocorreria em virtude da revolução anual da Terra na sua órbita. As estações e os recuos dos planetas teriam a mesma causa.

Figura 4: Originalmente inserida na obra de Copérnico representando o seu sistema do mundo



Fonte: www.hps.cam.ac.uk

Copérnico começou observando que de todos os planetas era Marte “o que apresentava o curso mais singular através do céu”, segundo suas próprias palavras (KOESTLER, 1989).

Noite após noite ele registrava os deslocamentos do astro, com os instrumentos rudimentares de que dispunha e via-lhe diminuir cada vez mais a velocidade até parar por completo. Mas, com grande assombro seu, quando Marte começou novamente a mover-se indo na direção oposta voltou para o ponto de partida. O mesmo fenômeno observou, com algumas variantes, no curso dos outros planetas (KOESTLER, 1989).

Observou mais: que os planetas, durante o tempo em que executavam o seu movimento retrógrado ou de recuo, tornavam-se mais brilhantes e seu tamanho parecia crescer de modo considerável (mesma constatação de Ptolomeu). Surgia a alternativa: ou eles aumentavam de fato ou chegavam mais perto da Terra. Foi assim que o sábio se voltou então para a sua nova teoria, o heliocentrismo, afirmando, através de suas observações que o Sol estava no centro do Universo. Entretanto, havia a tarefa de se descobrir em que consistia o movimento da Terra. Pesando seus conhecimentos calmamente, Copérnico percebeu que todo deslocamento aparente resultava, ou de um movimento do objeto observado, ou do observador, ou de ambos. Supondo o centro no Sol, viu que o movimento da Terra em relação ao Sol era duplo.

Com sua teoria heliocêntrica, Copérnico conseguia uma descrição dos movimentos dos corpos celestes tão satisfatória quanto aquela obtida através do Sistema de Ptolomeu, com a vantagem de ser um modelo bem mais simples do que o geocêntrico.

2.4.3 As Observações de Tycho Brahé e a Síntese de Johannes Kepler

Tycho Brahé (1546–1601), astrônomo dinamarquês, notando que todas as tabelas de movimentos planetários eram deficientes, até aquelas feitas por Copérnico, executou observações precisas na ilha de Hveen, onde foi construído o observatório, Uraninburgo, por um arquiteto alemão, para que novas teorias pudessem ser baseadas nelas.

O método de Brahé consistia na precisão e continuidade, antes jamais igualadas, das suas observações. Através delas, demonstrou que uma estrela nova que brilhou intensamente em 1572, estava na verdade bem distante da Terra.

Além da notável inspeção do sistema solar, Brahé refez o mapa do firmamento compreendendo mil estrelas fixas. A prova de que a supernova de 1572 era uma verdadeira estrela e que o cometa de 1577 se movia em órbita muito além da Lua, liquidaram de vez com a crença já abalada da imutabilidade dos céus e da solidez das esferas celestes. Finalmente, o

sistema do mundo, por ele oferecido como alternativa ao copernicano, embora não dotado de grande valor científico, desempenhou importante papel histórico.

No modelo de Tycho, a Terra voltava ao centro do mundo, mas os cinco planetas giravam em torno do Sol e, com o Sol, giravam em torno da Terra.

Os dados colhidos por Tycho Brahe, cuidadosamente tabelados, fruto de cerca de 20 anos de rigorosas observações dos movimentos planetários, constituíram a base do trabalho que foi desenvolvido por seu discípulo, o astrônomo alemão Johannes Kepler (1571–1630). Entusiasmado pela simplicidade do sistema de Copérnico, Kepler acreditava que seria possível realizar alguma correção mais ajustada aos movimentos dos corpos celestes realmente observados. Desenvolveu o seu trabalho analisando, com grande habilidade matemática, durante cerca de 17 anos, a grande quantidade de dados coletados por Brahe. Seu trabalho foi coroado de êxito, pois descobriu as três leis sobre o movimento dos planetas.

Suas duas primeiras leis sobre o movimento dos planetas foram divulgadas através da publicação de seu livro “Astronomia Nova”, de 1609. Somente 10 anos mais tarde é que publica sua terceira lei, no livro “De harmonia Mundi”. A importância objetiva da 3ª lei foi ter proporcionado a Newton a chave final da lei de gravitação universal, uma vez que aquela lei encerrava a essência da lei de gravitação.

Kepler dedicou-se inicialmente ao estudo dos movimentos de Marte. O motivo é que, entre os planetas exteriores, a sua órbita se desviava muito do que poderia ser uma circunferência. Marte possuía a órbita mais acentuadamente elíptica. Foi exatamente por essa razão, percebida também por Copérnico, que Marte desanimara Tycho. Ele esperava que os planetas se movessem em círculos e daí, era impossível conciliar teoria e observação (KOESTLER, 1989).

Mas, finalmente, após seis anos de incrível trabalho, Kepler tinha o segredo da órbita de Marte. Pôde exprimir a maneira pela qual a distância do planeta ao Sol variava com a posição numa fórmula simples de uma lei matemática natural.

Apesar destas descobertas, Kepler apenas descreveu o movimento dos astros no espaço, sem se preocupar com suas causas, ou seja, suas leis constituíram tão-somente a cinemática do movimento planetário.

2.4.4 As Contribuições de Galileu para a Moderna Cosmologia e a Lei de Gravitação de Newton

A vida de Galileu (1564–1642) é particularmente fecunda do ponto de vista astronômico. De 1610 a 1619, Galileu estabeleceu as primeiras tabelas dos movimentos dos planetas, notando de pronto, justamente tudo o que era necessário para uma solução satisfatória dos problemas das longitudes.

Explorando o céu, Saturno reservou-lhe uma observação malsucedida. Observou o planeta mais alto e o encontrou triplo. Algum tempo depois torna a vê-lo simples. Sua luneta era insuficiente para revelar-lhe o aspecto desorientador dos anéis que observados sob inclinações variáveis, assumem formas muito diferentes.

Em compensação, Galileu observou muito bem as fases de Vênus, nova verificação do sistema de Copérnico.

Em 1609, Galileu ouviu dizer que um holandês fizera uma lente capaz de aumentar os objetos distantes. De posse de seus conhecimentos de refração, pôde fazer outro tanto, e em breve preparava um telescópio que permitia aumento de trinta diâmetros. Seguiram-se surpreendentes descobertas: a superfície da Lua, em vez de perfeita e imaculada, como sustentava Aristóteles, aparecia percorrida por grandes montanhas e vales. Inúmeras estrelas, que se tornavam visíveis, resolviam o problema da Via-Láctea. Em torno de Júpiter giravam quatro satélites, modelo da Terra a girar, com sua Lua, ao redor do Sol, como preconizava Copérnico.

Em 1610 e em 1612 notou as manchas solares e a conseqüente rotação do Sol sobre o seu eixo.

Naquela época, supunha-se necessária uma força para manter o movimento e os planetas permaneciam em movimento por causa do “Imóvel Movente” de Aristóteles, ou da ação que, segundo Kepler, o Sol exercia através de um éter. Os resultados de Galileu mostravam que, uma vez postos em movimento, os planetas só precisariam de força para desviá-los da linha reta ou girar em torno do Sol, em suas órbitas.

A solução da causa dos movimentos surgiu a partir da síntese criativa de Isaac Newton (1642–1727) que estudando o movimento dos planetas, apoiando-se nas leis de Kepler, observou que, como eles descreviam órbitas em torno do Sol, deveriam estar sujeitos a uma força dirigida para o centro da curva. Newton estava admitindo que as suas leis do movimento fossem válidas também para os corpos celestes.

Da 3ª lei de Kepler, Newton deduziu que as forças que mantêm os planetas em suas órbitas deveriam ser inversamente proporcionais aos quadrados de suas distâncias em relação

ao centro em torno do qual giram, e então comparou a força necessária para manter a Lua em sua órbita com a da gravidade da superfície da Terra, verificando que elas respondiam muito aproximadamente.

Da reunião destas ideias, Newton concluiu que a atração deveria ser um fenômeno universal, devendo manifestar-se entre quaisquer corpos materiais. Foi desta forma que Newton desenvolveu a dinâmica do movimento dos planetas.

2.4.5 Modelos Cosmológicos Contemporâneos: A Teoria da Relatividade Geral

Em 1905, Albert Einstein (1879–1955) tornou pública uma nova teoria do espaço, tempo e movimento: a Relatividade Especial. Ela contesta algumas das suposições mais estimadas feitas normalmente em torno da natureza do espaço e do tempo. Dez anos depois, numa extensão de seu trabalho de 1905, Einstein publica a Teoria Geral da Relatividade.

Entre as previsões da teoria encontram-se a existência da **antimatéria**, a “elasticidade” do espaço e do tempo, a equivalência de massa e energia e a criação e aniquilação da matéria.

A teoria da Relatividade adota uma perspectiva radicalmente nova sobre o que é exatamente o mundo. No contexto relativístico, os comprimentos se contraem e o tempo se dilata. Entretanto, tempo e espaço não podem ser encarados separadamente, mas constituindo um contínuo **espaço-tempo** em um modelo **quadrimensional** mais exato e, em verdade, mais simples do mundo real que o de Newton.

O espaço-tempo não é só uma maneira conveniente de visualizar a dilatação do tempo e a contração da extensão. O mundo é espaço-tempo e já não podemos compreendê-lo em face de objetos que se movem com o tempo, mas sim estendidos no espaço-tempo.

Apesar disto, supunha-se que o espaço-tempo fosse rígido. Em 1915, Einstein propôs que o próprio espaço-tempo é elástico, podendo ser “esticado”, curvado, torcido ou fletido. A origem da curvatura é a matéria e a energia, e as chamadas equações de Campo de Einstein possibilitam computar quanta curvatura existe em um ponto do espaço, dentro e em redor de uma dada distribuição de matéria e energia.

A gravidade, em vez de agir diretamente sobre objetos distantes, conforme Newton é mediada pelo espaço-tempo. Conforme a Relatividade Geral, a gravidade curva o espaço-tempo. O espaço fica curvo nas vizinhanças de um corpo de grande massa, como o Sol ou uma outra estrela. A maior curvatura se dá imediatamente acima da superfície estelar. Longe das estrelas, onde a gravidade é fraca, o espaço-tempo é quase perfeitamente chato. Assim, um raio de luz estelar que tangencie o Sol deve sofrer uma pequena curvatura.

A mente humana, vivendo em um mundo tridimensional mostra-se impossibilitada de visualizar diretamente uma quarta dimensão (a coordenada temporal), ortogonal às outras três de espaço.

Para se ter uma noção aproximada da curvatura do espaço, toma-se de preferência e tão-somente como analogia o quadro de um espaço-tempo reduzido a três dimensões, sendo duas de espaço e uma de tempo, introduzindo aí uma bola de boliche parada no meio de um pano liso (que representaria o espaço-tempo) e, a alguma distância sobre o mesmo pano, uma outra bola de bilhar. Um observador que esteja sobrevoando alto o local verá as duas bolas, sendo a segunda semelhante a um ponto. Observando mais atentamente, ele nota que o ponto começa a se deslocar direto para o centro da bola de boliche, inicialmente de modo imperceptível, depois adquirindo velocidade (VON BAEYER, 1994).

A bola de bilhar apenas está respondendo ao seu ambiente imediato. Especificamente, o observador pode supor que a aparência do pano é ilusória. Na realidade, ela é distorcida e só parece plana vista do alto. Se for esticado como a pele de um tambor sobre a estrutura de uma mesa sem tampo, o pano apresentará um fundo no meio provocado pelo peso da bola de boliche. Onde quer que esteja, a bola de bilhar descera suavemente o declive em direção ao centro. Do alto, o observador não enxerga a curvatura do pano, mas pode ver o movimento da bola de bilhar. Além disso, dois objetos colocados juntos experimentam a mesma inclinação, independentemente das suas massas e, por esse motivo, passam a se deslocar com velocidades iguais.

Não existe nenhuma força direta entre as duas bolas. Em vez disso, o espaço, representado pelo pano, é curvo pela presença da massa grande e, por sua vez, influencia a menor. O espaço serve de mediador entre os dois objetos. Entretanto, é necessário introduzir explicitamente a noção de tempo, já que a Relatividade Geral é uma teoria da Gravidade por intermédio de um espaço-tempo curvo.

O conceito do *continuum* espaço-tempo introduzido pela Relatividade Geral, onde o tempo se comporta como uma quarta dimensão justaposta às três dimensões espaciais, constitui um modelo abstrato empregado pela Física, mas que não exclui a possibilidade da existência de espaços com mais dimensões.

Em 1919, o matemático Theodor Kaluza (1885–1954), generalizou a teoria de Einstein sobre a gravidade, para cinco dimensões, sendo quatro dimensões espaciais e uma temporal, unificando-a, inclusive, com a teoria eletromagnética de Maxwell (1831–1879).

A teoria de Kaluza fornece, por exemplo, a mais simples explicação para a propagação da luz: de que a mesma se trata realmente de uma vibração que ocorre numa quinta dimensão,

resolvendo o problema do meio no qual a luz deveria ondular. Contudo, a teoria de Kaluza, originalmente encerrava vários problemas que só foram solucionados com a adição de mais dimensões do que as propostas no modelo original. Aparentemente, as leis da natureza se tornam mais simples de serem explicadas quando expressas com maior número de dimensões. Muitos físicos estão convencidos de que a visão quadridimensional é pequena demais para descrever adequadamente o Universo conhecido (MACHADO, 2002).

A teoria de Kaluza ficou esquecida por décadas até ser resgatada por uma formulação mais avançada, denominada **Teoria das Supercordas**, desenvolvida a partir de 1960 (ABDALLA, 2003).

2.4.6 A Cosmologia do Big Bang e a Gravidade Quântica

Do ponto de vista da Relatividade Geral, o conceito de Universo é extremamente diferente do modelo da antiguidade, no qual a Terra era o centro de um mundo limitado: sabe-se que a Terra é apenas um pequeno planeta que gira em torno de uma estrela de tamanho médio nas regiões exteriores de uma galáxia contendo um número enorme de estrelas; galáxia que é somente uma no meio de uma vastidão de outras galáxias, a maioria existindo em grupos, algumas das quais contendo milhares de membros.

Desde os gregos até o final do século XIX, os cientistas estavam de acordo em que o Universo era estático; divergiam apenas em saber se ele tinha limites ou era infinito. Entretanto, a partir de 1914 eles passaram a conviver com a ideia de um Universo em expansão, porque foi anunciado que alguns objetos celestes viajavam no espaço a uma velocidade extremamente alta.

Alexander Friedmann (1888–1925), matemático e meteorologista russo, analisando teoricamente o conteúdo das equações de Einstein sobre a gravitação, deu impulso à tese de um Universo dinâmico. Mas foi apenas em 1929, quando o astrofísico norte-americano Edwin Powell Hubble (1889–1953) publicou o resultado de suas pesquisas, que vieram provas concretas da expansão universal. Ele descobriu que as outras galáxias afastavam-se da nossa com velocidades diretamente proporcionais às distâncias em que se encontram.

Mediu cuidadosamente a distância de cada galáxia, concluindo que as mais distantes eram justamente as que se afastavam mais rapidamente. Com as galáxias se afastando, o espaço entre elas está aumentando¹⁶. Com isto, não existe um centro no Universo.

¹⁶ Conforme as Equações de Einstein, o conteúdo de matéria e energia está ligado ao espaço-tempo; ou seja, matéria, energia e espaço-tempo são aspectos diferentes de uma única entidade. O espaço, o tempo, a matéria e a energia são os constituintes do Universo, não fazendo sentido falar em qualquer coisa “fora” do Universo.

Estabelecido o princípio da expansão do Universo, o astrônomo belga Georges Lemaitre (1894–1966), emitiu a hipótese de que nosso mundo começou a existir sob a forma de uma pequena esfera densa e ardente, constituída pelas partículas fundamentais da matéria – prótons, nêutrons, elétrons, mésons, etc – extremamente comprimidas umas com as outras a uma temperatura muito elevada. Esse núcleo denso e comprimido distorce a noção de tempo que hoje temos, porque logo depois de seu surgimento foram suficientes alguns bilionésimos de segundo para que o Universo entrasse na chamada “era inflacionária”, que durou de 10^{-35} a 10^{-32} s, quando ele passou do “átomo primordial” ao tamanho de uma laranja de dez centímetros de diâmetro. Em seguida, o seu crescimento foi mais lento, aumentando até hoje de um fator 10^9 , ou seja, proporcionalmente, o Universo cresceu mais entre a partícula elementar e o tamanho de uma laranja, do que do tamanho de uma laranja até sua extensão atual (HAWKING, 2000).

A teoria do **Big Bang** tem como base de sustentação três fatores comprovados pela observação: o movimento de fuga das galáxias, a abundância no Universo de elementos químicos leves como hidrogênio, hélio, deutério e lítio; e a existência de uma radiação cósmica de fundo, descoberta em 1965.

A preponderância e distribuição uniforme de elementos leves no Universo são atribuídas a uma origem primordial quando estes elementos foram constituídos juntos através de uma nucleossíntese primordial, bem no início, nos primeiros três minutos de vida do Universo, quando a temperatura e a densidade eram apropriadas para a formação de elementos leves (NETO, 2005, p.23).

A radiação cósmica de fundo é um resíduo da primitiva bola de fogo de que o Universo se originou. Durante 10 bilhões de anos essa radiação propagou-se livremente através do Cosmos.

As galáxias estão imersas nesta radiação. A uniformidade da sua temperatura (aproximadamente 3 K) fornece a prova da homogeneidade do Universo conhecido. O Universo não apresenta preferência por esta ou aquela direção. Não há distinção entre extremidade e centro. Esta uniformidade é, só por si, uma evidência originada, longe, nos abismos remotos do Universo.

O Big Bang pode ser considerado uma **singularidade** no quadro da Relatividade Geral. Roger Penrose (88 anos), matemático e físico inglês, em 1965, utilizando a forma como se comportam os cones de luz na Relatividade e o fato de a gravidade ser sempre atrativa,

Assim é que não se deve imaginar o Universo como um aglomerado de matéria e energia encerrado em um volume qualquer, com espaço vazio a sua volta.

demonstrou que uma estrela, contraindo-se sob sua própria gravidade, ficaria presa numa região cuja superfície eventualmente se encolheria até o tamanho zero. Assim também o seu volume (HAWKING, 2000).

Toda a matéria da estrela seria comprimida numa região de volume zero, tornando a densidade e a curvatura do espaço-tempo infinitas. Surge uma “singularidade”, contida numa região do espaço-tempo: **um buraco negro** (HAWKING, 2000).

A teoria de Penrose foi exposta como um teorema em que qualquer corpo sob o efeito do colapso gravitacional pode provocar uma singularidade (BARROW, 1989).

O que os teoremas da singularidade realmente demonstram é que deve ter havido um tempo, no estrito início do Universo, em que ele foi muito pequeno. Em tais condições os efeitos traduzidos pela mecânica quântica não podem mais ser ignorados. A Relatividade Geral funciona bem em campos gravitacionais muito fracos. Em campos muito fortes – como em buracos negros e no Big Bang – os efeitos da mecânica quântica são importantes. Em um campo deste porte a teoria de Einstein finalmente falha. Encontramos um tal sistema quando sondamos os primeiros 10^{-43} s da expansão do Universo. Neste **tempo de Planck**, padrão de medida para intervalos de tempo extremamente pequenos, o Cosmos é dominado pela incerteza quântica, podendo ser totalmente descrito quando a gravitação for unida às três outras forças da natureza, numa única **Teoria Quântica da Gravidade**. Se tivermos que decidir se o Universo teve ou não início, teremos que entender como a gravitação se comporta neste período. Esse comportamento é a manifestação das peculiaridades dos aspectos quânticos da matéria.

Quando tentamos observar coisas muito pequenas, o ato da observação perturbará significativamente o estado que estamos tentando medir. Este estado de coisas é geralmente descrito salientando que matéria e luz, que tendemos a pensar como partículas minúsculas, exibem as propriedades de ondas em algumas circunstâncias. Mas ondas de probabilidades e não ondas reais como as que conhecemos. A mecânica quântica nos diz como é o comportamento ondulatório de cada partícula de matéria e, portanto, qual a possibilidade de a matéria manifestar certas propriedades.

Cada partícula de matéria tem um comprimento de onda característico associado a seu aspecto quântico de onda. Este comprimento é inversamente proporcional à massa do objeto. Quando alguma coisa é muito maior que seu comprimento de onda quântico, podem-se em geral ignorar as incertezas introduzidas por sua natureza quântica.

Aplicando estas considerações a todo o Universo conhecido, hoje, ele é imensamente maior que seu comprimento de onda quântico e podemos deixar de lado os efeitos mínimos da incerteza quântica ao descrevermos sua estrutura. Mas, conforme nos afastamos para trás no

tempo, o tamanho do Universo visível vai ficando cada vez menor porque seu tamanho na idade t é apenas a velocidade da luz multiplicada por t . O tempo de Planck é significativo porque o tamanho do Universo visível fica menor que seu comprimento de onda quântico e, portanto, envolto pela incerteza quântica. Quando a incerteza quântica se apossa de tudo, nós não sabemos as posições de nada e não podemos nem mesmo determinar a geometria do espaço. É aqui que a teoria einsteiniana falha.

Esta situação inspirou os cosmólogos a tentar criar uma nova teoria da gravitação em que seus aspectos quânticos estivessem totalmente incluídos.

2.5 SOBRE O CURSO DE ASTROFÍSICA E COSMOLOGIA PARA O ENSINO MÉDIO

Mas chegando a esse nível da discussão acerca de tais teorias, poderíamos então perguntar: “como apresentar imagens e conceitos complexos constantes das pesquisas em Cosmologia e suas intrincadas expressões matemáticas presentes nos modelos de representação do Universo para alunos do Ensino Médio, sem que a tarefa se torne árdua ou enfadonha?” Marcelo Gleiser aponta um caminho que muito contribuiu para o desenvolvimento de uma sistemática de aulas nesta pesquisa, ancoradas nos grandes temas que ele explora em seus artigos e livros: o uso de metáforas. Conforme disse em uma de suas entrevistas¹⁷:

Do mesmo modo que você vai ao teatro assistir a uma ópera sem saber ler uma partitura ou tocar um instrumento, não precisa saber matemática para apreciar a beleza das ideias científicas. [...] Eu explico como é um buraco negro usando analogias, metáforas do dia a dia, histórias de que as pessoas possam fazer parte.

Esse o seu jeito de tornar fáceis as mais intrincadas teorias da Astrofísica ou Física Quântica.

No lugar de frases requintadas como "considere uma partícula" ou "despreze a resistência do ar", ele conta episódios deliciosos da história da ciência e da vida dos cientistas.

A disciplina “Física para Poetas”, que ministra no Dartmouth College, é disputada até por alunos cujos cursos nada têm a ver com as leis de Newton ou da Termodinâmica. Segundo ele:

¹⁷ Para a leitura na íntegra da entrevista:

http://www.educacional.com.br/entrevistas/ent_educ_texto_imprimir.asp?Id=196326. Acesso em: 19 jun. 2020.

Esse é um curso que eu acho que toda universidade no Brasil deveria ter. Ele consiste basicamente em dar um curso de física e astronomia para pessoas que não vão ser cientistas. A pessoa vai fazer Letras, Cinema, Medicina e vai fazer esse curso também! Por quê? Porque o curso mostra como a ciência funciona, como ela foi criada, dentro do contexto histórico. Hoje, é o curso mais popular da universidade.

Além disso, ao tratar da questão da linguagem com que a ciência é ensinada, se ela precisaria mudar, ele responde que:

Depende. Se você está ensinando ciência na escola, tem que usar a linguagem dela, que é a matemática. Mas você pode fazer isso de uma maneira mais humana, mais multidisciplinar do que é feito normalmente. Não se deve apenas jogar uma fórmula no quadro, mas mostrar o que ela significou quando foi criada no século XVII ou XVIII ou outro qualquer¹⁸.

Desta forma, fundamentando-se em sua experiência e de conformidade com a BNCC, propomos uma Unidade Didática “A Terra e o Universo: Formação e Evolução”¹⁹ voltada para a educação básica que contemple os seguintes temas: (1) Teorias e modelos na Física; (2) Origens do Universo e da vida; (3) Big bang; (4) Teorias cosmológicas; (5) Objetos astronômicos e suas principais características e (6) Nossa posição e importância diante desse imenso Universo.

¹⁸ Idem nota 17.

¹⁹ Ver adiante a seção 4.2.2.

3 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos empregados para o desenvolvimento da pesquisa e do PE, com a finalidade de se atingir os objetivos de conformidade com o problema apresentado seguem nesta seção a partir da caracterização da pesquisa, do campo empírico, dos sujeitos participantes e do processo de coleta e análise de dados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida como pesquisa-ação de natureza quali-quantitativa (ou “de métodos mistos”, segundo Creswell e Clark, 2013), a partir de situações reais de ensino, onde o pesquisador analisou e refletiu sobre sua própria prática, buscando transformá-la em benefício próprio e dos educandos.

A pesquisa-ação é uma metodologia muito utilizada em pesquisa educacional. De acordo com Thiollent (2011), “com a orientação metodológica da pesquisa-ação, os pesquisadores em educação estariam em condição de produzir informações e conhecimentos de uso mais efetivo, inclusive ao nível pedagógico”, o que promoveria condições para ações e transformações de situações dentro da própria escola.

Outros dois autores, Kemmis e McTaggart (1988), ampliam esta forma de entendimento do conceito de pesquisa-ação com as seguintes palavras:

Pesquisa-ação é uma forma de investigação baseada em uma autorreflexão coletiva empreendida pelos participantes de um grupo social de maneira a melhorar a racionalidade e a justiça de suas próprias práticas sociais e educacionais, como também o seu entendimento dessas práticas e de situações onde essas práticas acontecem. A abordagem é de uma pesquisa-ação apenas quando ela é colaborativa [...]

Nesta perspectiva colaborativa, a pesquisa-ação, portanto, em seu aspecto inovador possui três características fundamentais: caráter participativo, impulso democrático e contribuição à mudança social; e beneficia seus participantes por meio de processos de autoconhecimento quando enfoca a educação, informa e ajuda nas transformações. Segundo Elliott (1997, p.15), a pesquisa-ação permite superar as lacunas existentes entre a pesquisa educativa e a prática docente, ou seja, entre a teoria e a prática, e os resultados ampliam as capacidades de compreensão dos professores e suas práticas, por isso favorecem amplamente as mudanças.

A pesquisa-ação não deve, contudo, ser confundida com um processo solitário de autoavaliação; mas, sim, como uma prática reflexiva de ênfase social que se investiga e do processo de se investigar sobre ela. Ela possibilita ademais que o pesquisador intervenha dentro de uma problemática social, analisando-a e anunciando seu objetivo de forma a mobilizar os participantes, construindo novos saberes.

É através da pesquisa-ação que o docente tem condições de refletir criticamente sobre suas ações e por ter uma base empírica é concebida e realizada através de uma relação estreita com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo; já que a abertura para o universo escolar para os pesquisadores deve se dá de maneira interativa com os participantes, sendo necessária uma relação muito próxima entre teoria e prática. Dessa forma, essa pesquisa se difere das demais por contrapor o paradigma da pesquisa desenvolvida por especialistas que se encontram fora do contexto escolar.

Para a investigação realizada no âmbito deste trabalho, a escolha deste tipo de pesquisa, especificamente no que diz respeito ao seu caráter de “método misto”, justifica-se ainda, pelas características que correspondem às necessidades da atividade realizada, pois: envolveu pequenas amostras; utilizou uma variedade de técnicas de coleta de dados e não apenas o formato de perguntas e respostas previamente estruturadas; considerou o correto entendimento e definição do problema e dos objetivos da pesquisa como parte dos dados a serem coletados; tornando, além disso, acessível, aos sujeitos participantes, caminhos que lhes permitiram expressarem a si próprios (LOPES, 2005).

Com relação à natureza da pesquisa (quali-quantitativa) e ainda conforme Creswell e Clark (2013, p. 22) “uma definição para os métodos mistos deve incorporar muitos pontos de vista diferentes, destacando os componentes fundamentais que entram no planejamento e na condução de um estudo”.

Características essenciais, segundo eles, descrevem adequadamente a pesquisa de métodos mistos. São elas:

- (i) coleta e analisa de modo persuasivo e rigoroso tanto os dados qualitativos quanto os quantitativos (tendo por base as questões de pesquisa);
- (ii) mistura (ou integra ou vincula) as duas formas de dados concomitantemente, combinando-os (ou misturando-os) de modo sequencial, fazendo um construir o outro ou incorporando um no outro;
- (iii) dá prioridade a uma ou a ambas as formas de dados (em termos do que a pesquisa enfatiza);
- (iv) usa esses procedimentos em um único estudo ou em múltiplas fases de um programa de estudo;
- (v) estrutura esses procedimentos de acordo com visões de mundo filosóficas e lentes teóricas; e
- (vi) combina os procedimentos em projetos de pesquisa específicos que direcionam o plano para a condução do estudo (CRESWELL; CLARK, 2013).

Creswell e Clark (2013, p. 23) chegaram a essas características “após muitos anos examinando artigos sobre os métodos mistos e determinando como os pesquisadores usam tanto os métodos quantitativos quanto os qualitativos em seus estudos”. Essa combinação pode apresentar-se de forma alternada ou simultânea a fim de responder à questão de pesquisa. Dessa forma, as abordagens quantitativas e qualitativas utilizadas em uma mesma pesquisa são adequadas para que a subjetividade seja reduzida, ao mesmo tempo em que aproximam o pesquisador do objeto estudado, proporcionando maior credibilidade aos dados.

Por fim, Creswell e Clark (2013) apresentam três estratégias gerais para os procedimentos da pesquisa mista: (i) métodos mistos sequenciais – o investigador pode iniciar por uma abordagem qualitativa e seguir com uma abordagem quantitativa, ou vice-versa; (ii) métodos mistos concomitantes – o investigador coleta as duas formas de dados ao mesmo tempo e depois integra as informações na interpretação dos resultados; (iii) métodos mistos transformativos – o investigador utiliza um enfoque teórico como uma perspectiva ampla em um projeto com dados quantitativos e qualitativos, sendo que esse enfoque pode envolver uma abordagem sequencial ou concomitante.

No âmbito desta pesquisa a estratégia adotada foi a do **método misto concomitante**: dados quantitativos e qualitativos foram gerados simultaneamente quando da aplicação de questionários de coleta de perfis e opiniões dos entrevistados, bem como nas respostas obtidas nas avaliações e autoavaliação dos alunos participantes, produzindo dados numéricos; em conjunto aos subjetivos, através de questionários com perguntas abertas.

Apesar de as pesquisas quantitativas e qualitativas terem abordagens e características distintas, elas não são incompatíveis.

3.2 CAMPO EMPÍRICO DA PESQUISA

A Unidade Escolar Professor Felismino Freitas está localizada na confluência entre os setores A e B do bairro Mocambinho I, Zona Norte de Teresina. Foi fundada em 28 de agosto de 1986, sendo construída durante a administração do então Governador Hugo Napoleão do Rego Neto e inaugurada no governo de José Raimundo Bona Medeiros no ano de 1986. Recebeu esse nome em homenagem ao professor de Matemática Felismino Freitas Weser, que exerceu muitos cargos importantes no Governo do Estado. No início da sua fundação, oferecia à comunidade somente a modalidade do Ensino Fundamental de 1ª a 4ª séries nos turnos manhã e tarde; sendo a primeira escola do bairro Mocambinho a implementar o Ensino Médio noturno. Todavia a partir do ano 2000 passou a ofertar o Ensino Fundamental de 5ª a 8ª série

paralelamente ao Ensino Médio nos turnos manhã, tarde e noite. Entretanto, sobre orientações da SEDUC a escola veio diminuindo suas turmas de Ensino Fundamental gradativamente desde 2011 para atender definitivamente aos alunos de Ensino Médio. Atualmente a escola funciona somente nos turnos manhã e tarde ofertando a Educação Básica assim discriminada: Manhã – Ensino Médio – 09 turmas (1ª séries A, B e C; 2ª séries A, B e C e 3ª séries A, B e C) e tarde – Ensino Médio – 05 turmas (1ª séries A, B e C; 2ª séries A e B).

Os horários de funcionamento seguem conforme a Quadro 2.

Quadro 2: Horários das turmas na escola.

Turnos	Manhã	Tarde
Modalidades	Ensino Médio	Ensino Médio
Entrada	7h00	13h00
Saída	12h20	18h20

Fonte: Projeto político pedagógico da escola (reformulado em 2017)

A escola está sendo reformada e adaptada para atender pessoas com necessidades especiais: Construindo rampas, alargando portas, reformando banheiros, colocando corrimãos e pisos táteis conforme a lei de acessibilidade (lei nº 10.098 de 19 de dezembro de 2000).

Ela possui um Laboratório Móvel de Ciências para dinamizar a aulas, permitindo através da prática, melhor qualidade na aprendizagem dos estudantes. Visando esta qualidade foram adquiridos novos equipamentos para o laboratório (reagentes, estufa, microscópio, planetário, modelos anatômicos, tubos de ensaio, etc); porém, a sala e os equipamentos ainda não estão sendo utilizados em razão da não conclusão da reforma. A escola também dispõe de um Laboratório de Informática equipado por dezenove computadores com recursos financeiros do Ministério da Educação e Cultura (MEC) ocorrido no ano de 2013, incluindo uma lousa digital que é de grande relevância para a melhoria do ensino e aprendizagem, visto que o acesso às tecnologias é indispensável às novas demandas de conhecimento.

A Unidade Escolar Professor Felismino Freitas dispõe ainda de uma Biblioteca acessível aos alunos e à comunidade durante os turnos de funcionamento. O seu acervo está sendo ampliado a cada ano através de livros oriundos do MEC e da aquisição de novos títulos indicados pelos professores.

3.3 MUDANÇA DE PLANOS: DA AULA PRESENCIAL À AULA REMOTA

Contudo a atividade de pesquisa não pôde ser realizada alternando o ensino remoto ao presencial no ambiente da escola. O ano letivo de 2020 na modalidade presencial em todas as redes de ensino, no país e no mundo, precisou ser interrompido devido à pandemia do novo coronavírus (Sars-CoV-2). O distanciamento e o isolamento social impostos pelo combate à proliferação do COVID-19 impediu que a atividade de pesquisa pudesse ser realizada de conformidade com o projeto inicial que previa encontros presenciais e virtuais. Em razão disso, todos os encontros, bem como a aplicação dos questionários, pré-testes e pós-testes, foram realizados remotamente, no formato assíncrono e virtualmente disponibilizados nos dias e horários habituais dos encontros presenciais das turmas.

A escolha pelo ensino remoto assíncrono foi motivada, em grande parte, pela precariedade do acesso dos alunos à internet. Tentativas preliminares, no início da pandemia, recorrendo-se ao ensino remoto síncrono demonstraram que, embora a tecnologia proporcione encontros online em tempo real, problemas estruturais como internet instável e computadores ou aparelhos celulares mais antigos influenciavam o ritmo das aulas e acesso ao conteúdo. Compreende-se que se um estudante tem problemas com a conexão ou não tem acesso a uma internet veloz, ele acaba por perder informações importantes da aula.

Neste contexto, o ensino assíncrono permitiu que os estudantes exercessem melhor controle sobre o seu horário de aula, dando-lhes a capacidade de também controlar a velocidade e o ritmo de aprendizagem com maior liberdade e autonomia. No caso específico desta pesquisa, e durante a implementação do PE, a aprendizagem dos estudantes e acompanhamento das atividades didáticas foi realizada quase exclusivamente a partir de plataforma educacional gratuita, mediada pelo uso dos textos de apoio da Unidade Didática (UD) dispostos no website.

Essa estratégia foi adotada por todas as escolas particulares e estaduais como medida emergencial para não comprometer por completo o ano letivo; e exigiu adaptação rápida por parte dos professores, o que levantou debates e questionamentos: os professores estão preparados para lecionar além do formato tradicional? Para fazer um bom currículo de Ensino a Distância (EaD), basta transferir o conteúdo do modelo presencial para o ambiente virtual? Como adaptar os conteúdos, as dinâmicas de sala, as aulas expositivas e as avaliações – sem prejudicar o processo de aprendizagem? Como manter os alunos interessados e engajados?

Para compreender a problemática faz-se necessário, em primeiro lugar, estabelecer a diferença entre “ensino remoto de emergência” e EAD.

Segundo Renata Costa, professora de tecnologia do centro universitário Brazcubas e consultora de EaD, “o ensino remoto praticado na pandemia assemelha-se ao EaD apenas no que se refere a uma educação mediada pela tecnologia. Mas os princípios seguem sendo os mesmos da educação presencial” (RABELLO, 2020).

Entendemos que a educação a distância pressupõe o apoio de tutores de forma atemporal, carga horária diluída em diferentes recursos midiáticos e atividades síncronas e assíncronas.

Isso é reforçado pela consultora: “não existia um plano de contingência educacional ou administrativo para casos assim. Muitas das entidades educacionais brasileiras não estavam preparadas tecnologicamente, nem teoricamente” (RABELLO, 2020).

Seria papel das secretarias de educação e das instituições de ensino apoiar e instruir o professor através de apoio técnico, regras objetivas ou critérios definidos para o formato do modelo remoto de aula, o que na realidade, não aconteceu de forma efetiva.

Neste sentido, e para contornar as dificuldades que surgiram, foi necessário então criar e desenvolver critérios próprios para atingir o objetivo e a proposta da pesquisa.

Para esta finalidade procuramos estabelecer um padrão no uso das plataformas de ensino online e das redes sociais com a utilização de roteiros de aula, exibições de vídeos autorais, uso de softwares independentes, tais como o Google Sala de aula (Classroom), gravadores de tela (como o Filmora), aplicativos de captação de som e imagem (por exemplo, o OBS Studio), plataformas de compartilhamento de vídeos (Youtube); e ainda serviços de comunicação por vídeo ou correio eletrônico (Gmail, hotmail, WhatsApp, Telegram, etc) para interatividade em tempo real com os estudantes das turmas participantes e no decorrer das atividades, caso houvesse necessidade.

Assim, foram adotados os seguintes critérios:

1) **Criação de um canal no YouTube:** O envio dos vídeos costuma ser mais simples e veloz, e a plataforma permite que os alunos se inscrevam no canal, recebendo notificações sobre novas aulas todas as vezes que a acessarem.

2) **Diversificação dos materiais:** as diversas mídias possibilitam pelo menos três formatos diferentes para alcançar o maior número possível de alunos. Ao invés de publicar dois textos em sequência, há a possibilidade de mesclar conteúdos em vídeo e em áudio, por exemplo.

3) **Manutenção do espírito de grupo ao se criar “salas virtuais” pelo Messenger ou WhatsApp:** Com o isolamento social, as turmas estavam afastadas. Preservar a sensação de

pertencimento a um grupo aumentou o engajamento e permitiu que os estudantes esclarecessem dúvidas entre si. Foi possível criar um grupo da disciplina em aplicativos de mensagens instantâneas, realizar reuniões por videoconferência e lives nas redes sociais, sempre incentivando os comentários.

Quanto à dinâmica das aulas e das atividades mais “burocráticas”, por assim dizer, relacionadas à disciplina e ao calendário escolar, já que não poderíamos deixar de registrar notas e qualitativos dos estudantes, nem nos afastarmos dos prazos estabelecidos pela Secretaria de Educação do Estado; optamos, resumidamente, em seguir critérios complementares abaixo relacionados:

(i) As aulas eram postadas no mural das salas virtuais criadas na plataforma educacional Classroom (Google Sala de aula).

(ii) As atividades para verificação da aprendizagem foram criadas também na mesma plataforma no formato de testes objetivos e subjetivos com correção automática, no caso dos objetivos, e para posterior correção manual, no caso dos subjetivos (Ver apêndice E).

(iii) A proposta de uso do website foi apresentada às turmas em agosto. (dia 17.08.2020).

(iv) As aulas foram dadas no horário regular da disciplina e a mesma estratégia de ensino foi empregada nas turmas de 1ª e 2ª séries de EM, nivelando-as, porém, a partir das turmas de 1ª.

(v) As notas de rendimento e as de recuperação para aqueles estudantes que não conseguiram atingir médias aprovativas na disciplina foram obtidas dessas atividades, obedecendo-se o calendário da escola para aplicação de provas e tarefas programadas.

3.4 OS SUJEITOS DA PESQUISA

Participaram da pesquisa: o professor-pesquisador e estudantes de turmas de 1ª série e 2ª série do Ensino Médio.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de turmas participantes, o número de alunos matriculados em cada uma delas, a quantidade de alunos adicionados às salas virtuais, bem como o número de alunos que efetivamente participaram da pesquisa, levando-se em conta a média de alunos presentes às aulas remotas e participantes da maioria das atividades, testes e avaliações finais.

Tabela 1: Turmas participantes da pesquisa e frequência às aulas remotas

Série	Turmas	Matriculados	Adicionados às salas virtuais	Frequência às aulas remotas
1ª A, B, C manhã	3	112	65	63
2ª A, B, C manhã	3	125	40	38
1ª A, B, C tarde	3	93	47	45
2ª A, B tarde	2	75	41	38
Total de alunos participantes:				184

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

As aulas remotas foram realizadas de conformidade com os horários estabelecidos pela escola para as aulas de Física nos dois turnos quando da elaboração do horário programático das disciplinas. Foram aplicadas nos correspondentes horários de cada turma, programando-as para serem exibidas no mural da plataforma educacional Classroom de conformidade com o Quadro 3.

Quadro 3: Carga horária semanal da disciplina Física nas turmas de 1ª e 2ª séries.

Manhã						Tarde					
Horários	Seg.	Ter.	Quar.	Quin.	Sex.	Horários	Seg.	Ter.	Quar.	Quin.	Sex.
7h00 às 7h50	1º A		2º C			13h00 às 13h50			1º B		
7h50 às 8h40	1º A		2º C			13h50 às 14h40			1º B		
8h40 às 9h30	1º B		2º A			14h40 às 15h30			1º C	2º B	
9h30 às 10h20	1º B		2º A			15h30 às 16h20			1º C	2º B	
10h20 às 11h10	1º C		2º B			16h20 às 17h10			1º A	2º A	
11h10 às 12h00	1º C		2º B			17h10 às 18h00			1º A	2º A	

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Da mesma forma foram as avaliações e atribuições de notas: O planejamento das aulas foi elaborado prevendo avaliações, provas e testes também de forma remota. Tarefas, atividades e avaliações seguiram o calendário escolar, obedecendo-se prazos e metas de aprendizagem,

interrompendo-se o conteúdo programático tradicional da disciplina para implementação da UD no 2º semestre de 2020.

3.5 FASES DA PESQUISA

Diante dos pressupostos e dos referenciais teóricos apresentados, buscamos sistematizar as fases desta pesquisa-ação, a partir das ideias de Dionne (2007) e Thiollent (2011). Essas fases ou etapas foram:

1) **Identificação das situações iniciais:** preliminarmente o pesquisador implicado em uma situação problemática recorre a um determinado grupo para realizar os primeiros contatos. Eles passarão a constituir um grupo de pesquisa e serão, a partir de então, participantes que contribuirão com as etapas da pesquisa. Assim, é necessário identificar coletivamente, as características da população e outros aspectos que possam fazer parte desse diagnóstico²⁰.

2) **Planejamento das ações:** nessa segunda fase, diante das prioridades e dos objetivos estabelecidos na etapa anterior, pode-se realizar o planejamento das ações que deverão ser implementadas. É essencial que as principais estratégias sejam compromissadas e compartilhadas entre todos. As atividades a serem realizadas precisam estar bem definidas e especificadas, para que possam ser levadas a campo. Assim, ficam fixados os marcos do acompanhamento permanente, isto é, os critérios de validação da pertinência das ações e da avaliação de sua eficácia.

3) **Realização das atividades previstas:** nessa etapa as atividades de intervenção planejadas serão implementadas. Ao final de cada atividade aplicada, pode-se avaliar, analisar (teoria e prática) e interpretar o andamento das ações e, se necessário, replanejar o processo.

4) **Avaliação dos resultados obtidos:** essa etapa ocorrerá durante toda a pesquisa, embasada na relação teoria e prática, pois não há crítica possível sem a mediação da teoria. Contudo, ao final da intervenção, diante dos dados produzidos, é necessário analisar e fazer a avaliação final da operação, relacionando-a aos objetivos estabelecidos na primeira fase.

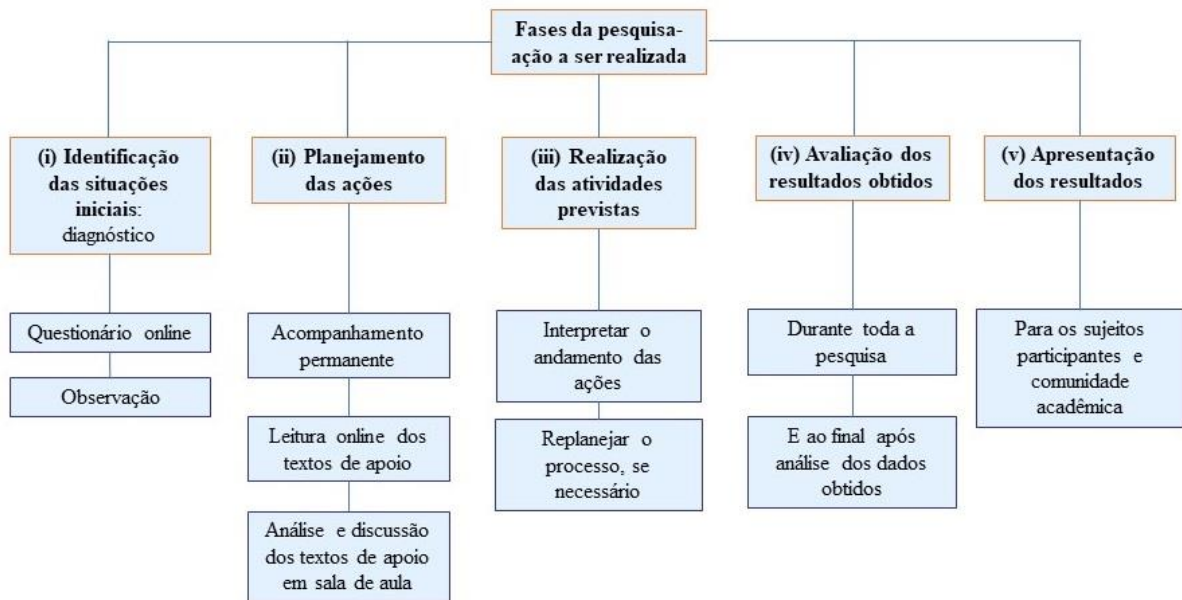
5) **Apresentação dos resultados:** para finalizar, é necessário apresentar os resultados. Inicialmente, considera-se importante apresentá-los para os sujeitos envolvidos, para, a seguir, compartilhar os resultados com a comunidade acadêmica, tendo em vista a necessidade de não

²⁰ Nessa etapa um questionário online foi aplicado com o propósito de sondar as ideias prévias ou concepções alternativas dos estudantes participantes. Ver **apêndice A** ou acesse o **Google Formulários** em: https://docs.google.com/forms/d/19wg2MIMMiIYbGaGKAvRh4912UI5U7c6OoQVM_AUijK4/edit.

só apresentar a “possível” transformação da realidade aos diretamente envolvidos, mas também contribuir com a melhoria das políticas públicas relacionadas à pesquisa.

Em síntese, as fases ou etapas da pesquisa são apresentadas no diagrama da Figura 5.

Figura 5: As fases da pesquisa



Fonte: elaborado pelo pesquisador (2019)

3.6 INSTRUMENTOS DE PRODUÇÃO DE DADOS

A produção de dados foi gerada a partir dos seguintes instrumentos: fórum de discussão, questionários, testes e ao final, entrevistas com os alunos participantes.

O fórum de discussão possibilita a um grupo de pessoas de interesse comum, debater e compartilhar determinadas informações, dúvidas e opiniões (DORNELLES, 2001). Nos AVA, os fóruns representam um espaço de interações assíncronas entre os usuários (BEHAR, 2009).

Segundo Sánchez (2005), o fórum de discussão para fins educacionais em um ambiente online é definido como

um espaço de comunicação formado por quadros de diálogo nos quais se incluem mensagens que podem ser classificadas tematicamente. Nestes espaços, os alunos podem realizar contribuições, esclarecer outras, refutar as dos demais participantes, etc., de uma forma assíncrona, sendo possível que as contribuições e mensagens permaneçam todo o tempo à disposição dos demais participantes.

As interações dos alunos nas discussões proporcionam um momento de reflexão sobre os conteúdos educacionais abordados (PALLOFF e PRATT, 2004).

Além disso, em um fórum de discussão, o professor sugere um tema a ser discutido pelos alunos e estes apresentam seus relatos. Dependendo do tema proposto, do perfil dos alunos, do interesse despertado pelo tema, podem-se obter dezenas de contribuições. Algumas delas apresentam argumentos favoráveis ao tema proposto e outras apresentam argumentos contrários. Alguns textos redigidos pelos alunos possuem relevância com relação ao assunto tratado, e outros não. Observa-se que as contribuições significativas abordam conceitos importantes relativos ao tema em debate, onde estes conceitos são citados e relacionados entre si.

Quanto ao uso dos questionários optamos pelo semiestruturado (com questões abertas e fechadas) com o propósito de verificar se a proposta de uso dos textos de divulgação científica melhorou ou motivou a aprendizagem e o interesse dos alunos pela Física.

Por fim, fez-se o uso de entrevistas por considerarmos o relato verbal, a melhor forma de captar o nível de conhecimento, as crenças, as motivações, as expectativas, os planos e as atitudes das pessoas envolvidas na atividade.

Pelo seu nível de estruturação, como as entrevistas apresentam categorias variadas, nesta pesquisa empregamos a entrevista informal, aberta, não dirigida ou espontânea (GIL, 2010; YIN, 2005), cujo objetivo é eminentemente exploratório e não segue roteiro preestabelecido, ou pode ser alterado, sem prejuízo metodológico de acordo com o andamento de uma narrativa. Ou seja, o entrevistado fica livre para expressar seus relatos e opiniões sobre determinado assunto.

3.7 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

Com relação aos dados obtidos, adotamos a análise de conteúdo por entendermos que ela corresponde a uma técnica de análise rica, relevante e com potencial para o desenvolvimento teórico em qualquer campo.

De posse dos dados, fez-se em etapa seguinte, a análise do conteúdo seguindo as fases fundamentais propostas por Bardin (2011): a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados pela inferência e interpretação.

Na pré-análise foram desenvolvidas as operações preparatórias para executar a análise, definindo-se hipóteses provisórias sobre o objeto estudado; na exploração do material transformaram-se sistematicamente os dados brutos em unidades de registros que

caracterizavam o conteúdo das respostas e da observação. Essas unidades podiam ser: palavras, frases, regras, comportamentos, personagens, etc. Nessa etapa foram definidos os sistemas de categorias; e, na última fase, a do tratamento dos resultados – inferência e interpretação, quantificaram-se os dados obtidos de maneira simples por frequência dos resultados, expressando-os em tabelas ou gráficos que destacaram as informações para estudo. Nessa fase, foi possível chegar a uma interpretação final baseada na contextualização e nas práticas observadas nos ambientes virtuais pesquisados.

4 FERRAMENTAS ONLINE NA CRIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O PE foi desenvolvido na forma de um website com o uso de um construtor de sites online – o Webnode – que assim como outros (Wix, WordPress.com, HostGator, etc) permite ao usuário criar e editar com relativa facilidade um site ou página na internet²¹.

A escolha pela plataforma Webnode²² deveu-se pela sua simplicidade e facilidade de uso. O sistema possui temas modernos, recursos de blog, está adaptada para o Brasil e tem oferta gratuita (porém limitada), possibilitando atualização para pacotes Premium, que oferecem mais espaço de armazenamento, largura de banda e recursos extras.

A compra de um pacote Premium permite ao usuário o registro de um domínio próprio, personalizado. É uma maneira de localizar e identificar de forma mais amigável os endereços de sites. Esta nomenclatura é fundamental, pois sem ela seriam necessários endereços IP ao invés das URLs como conhecemos para acessar sites. Os endereços IP, que são grandes sequências numéricas, dificultariam a memorização e navegação na web. O registro de domínio é efetuado com uma extensão, por exemplo, .br, .com, .net, .org, .biz, .info, .name. e outras. O professor que venha a fazer uso de um construtor de sites poderá, a seu critério e se houver necessidade, efetuar o registro de um domínio na internet; contudo poderá usá-lo gratuitamente sem que isso traga prejuízos à sua proposta de utilização em sala de aula.

A utilização da tecnologia para agir sobre a informação é um caminho que se estabelece na criação, desenvolvimento e utilização dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). Essa mudança de paradigma se refere a uma organização pedagógica em AVA que busca novas metodologias que sejam eficazes nesse ambiente.

Baseando-se em um modelo pedagógico em EaD de Behar (2009) foram estabelecidos na elaboração do PE elementos de arquitetura pedagógica que consistem em: aspectos organizacionais, conteúdo, aspectos metodológicos e aspectos tecnológicos.

²¹ Para saber mais e conhecer o ranking de 2019 das melhores ferramentas de criação de sites disponíveis consultar o seguinte endereço: <https://tudosobrehospedagemdesites.com.br/melhor-criador-de-sites-comparativo/>. Acesso: 31 out. 2019.

²² Disponível em: <https://www.webnode.com.br/>. Acesso: 31 out. 2019.

4.1 AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

No que se refere aos aspectos organizacionais houve um planejamento para dar suporte aos objetivos pretendidos, pensando nos AVA em um sistema aproximado de **blended learning**²³, em que momentos presenciais e remotos de ensino formam uma rede na construção do conhecimento. Para o desenvolvimento destas atividades, era preciso executá-las de maneira que houvesse uma interligação entre o conteúdo online e o da sala de aula²⁴. A internet foi previamente estabelecida como motriz do ensino remoto. No entanto, faltava definir os suportes e ferramentas online que seriam utilizadas. Havia uma necessidade de uma plataforma de AVA que oferecesse recursos de multimídia e mobilidade, tendo em vista que o laboratório da escola não estaria em funcionamento.

Em seus aspectos metodológicos a aula tradicional tem sua complementação e extensão no acompanhamento, realização e envio de atividades através do website, podendo-se inclusive utilizar plataformas educacionais mais funcionais, como por exemplo, o Google Sala de Aula²⁵. O direcionamento do aluno para uma plataforma educacional, mediado pelo website, permite que os estudantes tenham acesso a inúmeros recursos didáticos multimídia ou a diversos tipos de ferramentas que a plataforma oferece. Simuladores virtuais de fenômenos físicos também podem ser utilizados como mais um recurso de fixação e compreensão do conteúdo dado em sala de aula.

Para Coll e Monereo (2010), toda ferramenta relevante para educação, ao ser escolhida pelo professor, deve vislumbrar em seu horizonte a adaptabilidade, mobilidade e cooperação em seu uso pelos alunos. Essa concepção está fundamentada em aspectos tecnológicos. A escolha de uma plataforma de AVA como mais um recurso disponível no ambiente do website possibilita ampliação na comunicação com os alunos e maior espaço colaborativo.

Ao entrar no Google Sala de Aula, por exemplo, o aluno começa a criar uma identidade de estudante online dentro do sistema Google, pois para seu acesso é necessária uma conta Google com e-mail personalizado. Esta conta também permite acesso a outras aplicações

²³ Modalidade de aprendizagem híbrida que busca combinar práticas pedagógicas do ensino presencial e do ensino a distância, com o objetivo de melhorar o desempenho dos alunos em ambos os ensinamentos. Para saber mais: <https://www.edools.com/blended-learning/>. Acesso: 31 out. 2019.

²⁴ Entretanto pelos motivos já expostos na seção 7.3, o desenvolvimento das atividades foi todo realizado de forma remota.

²⁵ Disponível em: https://edu.google.com/intl/pt-BR/products/classroom/?modal_active=none. Acesso: 31 out. 2019.

Google²⁶ como Youtube, Blogger, Agenda, Tradutor, Notícias, Mapas, etc. No caso específico das atividades propostas, o Google Sala de Aula atende muito bem as necessidades como um AVA possibilitando a comunicação entre professores e alunos, postagens em fóruns criados pelo professor, envio de atividades por diversos documentos (texto, planilha, apresentação, desenhos, etc) e envio de links, imagens e/ou vídeos. As atividades além de poderem ser feitas pelo computador conectado à internet, tem a possibilidade de utilização a partir de um aplicativo para celular, tornando a mobilidade plenamente executável.

O website e seus recursos, contendo os elementos contemplados até aqui, incluindo-se as atividades desenvolvidas pelas turmas participantes estão disponíveis online em endereço específico²⁷. As Figuras 6 e 7 apresentam o layout da página inicial do website que compõe o PE.

Figura 6: Página inicial do site vista pelo estudante.



Fonte: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/>.

²⁶ Aplicativos que compõem o **Google Apps for Education** – um pacote de ferramentas de produtividade (aplicativos para computador e celular) gratuitos para colaboração em sala de aula.

²⁷ Disponível em: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/>.

Figura 7: Página inicial do site vista apenas pelo professor-pesquisador. Observar no topo as ferramentas de edição. Elas se tornam visíveis a partir do comando "cms" digitado antes do endereço da página.



Fonte: <http://cms.conexoes-com-a-fisica.webnode.com/>

4.2 DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

4.2.1 Cronograma das atividades de pesquisa: descrição e período

As atividades de pesquisa e aplicação do PE foram realizadas conforme as etapas constantes do Quadro 4.

Quadro 4: Resumo das atividades.

Atividade	Ações	Período
1	Contato online com o gestor da escola, solicitando autorização para realizar a pesquisa.	mar. 2020
2	Convite e institucionalização da participação dos sujeitos da pesquisa. O termo de consentimento foi disponibilizado online em sala virtual, específica para cada turma participante, criada na plataforma Google Sala de Aula, junto ao primeiro Questionário/Entrevista.	ago. 2020
3	Apresentação e revisão oral em sala de aula virtual da justificativa e objetivos da pesquisa e da utilização do PE.	ago. 2020

4	Os alunos participantes foram solicitados a responder questionário online contendo uma seção para preenchimento de dados de perfil das turmas e uma outra de entrevista (ver <u>apêndice A</u>) ²⁸ .	ago. 2020
5	Pré-análise das respostas à primeira entrevista. Nesta atividade foram identificadas as concepções prévias ou alternativas dos estudantes acerca dos conteúdos que seriam abordados em nossa UD (Ver <u>apêndice F</u>).	set. 2020
6	Elaboração dos textos de apoio (ver <u>nota 23</u>), dos roteiros de estudo e plano das aulas da UD sobre Astronomia.	set. 2020
7	As turmas iniciaram a leitura dos textos adaptados de artigos e/ou capítulos dos livros de divulgação científica escritos por Marcelo Gleiser. Os textos para leitura (textos de apoio) foram disponibilizados online pelo website na subpágina “Textos para análise”. (Ver <u>apêndice B</u>)	set. 2020
8	Início das aulas remotas da UD: discussão introdutória em sala de aula virtual das primeiras leituras dos textos realizadas nos primeiros contatos das turmas com o website.	set. 2020
9	Criação de fórum online (de debates) para comentários em torno das discussões realizadas em grupo baseadas na leitura dos textos. Cada aluno deveria postar ao menos um comentário conforme a discussão em foco.	out. 2020
10	Compartilhamento das informações e análises dos comentários postados no fórum, uso de tarefas online, aplicação de testes e provas online.	out. 2020
11	Culminância das aulas remotas, tarefas online e aplicação de testes, atividades e provas online.	out. 2020
12	Avaliação do professor acerca das atividades desenvolvidas durante o curso e divulgação online do parecer a respeito do desempenho das turmas e alunos participantes.	nov. 2020
13	Uso de questionário final de autoavaliação por parte dos estudantes complementada por perguntas específicas com o objetivo de avaliar a aprendizagem significativa do que foi abordado na UD. (Ver <u>apêndice C</u>) ²⁹	nov. 2020

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

²⁸ Acesso no seguinte link: <https://forms.gle/whFsX3odUssJpaTNA>.

²⁹ Acesso online no link: <https://forms.gle/4CoWRnXE7xrtBcbbA>.

4.2.2 A Unidade Didática “A Terra e o Universo: Formação e Evolução”

A UD desenvolvida nas aulas assíncronas, concomitante à utilização do website, foi apresentada remotamente no decorrer dos meses de agosto a outubro de 2020 nas turmas participantes, reservando-se o mês de novembro para avaliação do curso e da aprendizagem. Os textos de apoio serviram de base para a elaboração da UD. Desta forma, cada encontro, constituído por duas aulas, foi ancorado em um texto de apoio.

Os textos de apoio foram elaborados a partir da seleção de trechos de capítulos dos livros e/ou de adaptação de artigos publicados pelo físico Marcelo Gleiser em sua obra. Cada um deles trata de um tema específico em Astronomia e Cosmologia, podendo ser usado pelo professor como material complementar no estudo das leis de Kepler e da Gravitação Universal.


Sabe-se que o estudo da Gravitação é tratado no Ensino Médio de maneira extremamente sucinta, limitando-se ao enunciado da expressão matemática da lei da Gravitação Universal, sem a preocupação de apresentar o contexto histórico de sua elaboração ou de mostrar suas aplicações. Assim também acontece com as leis de Kepler e assuntos relacionados ao Universo, ensinados com excessivo formalismo matemático e de maneira operacional sem muita preocupação com os aspectos históricos e de construção dos conceitos implicados.

Adequando aos propósitos da pesquisa e do PE os escritos do físico Marcelo Gleiser, procuramos, de maneira geral, salientar a natureza física dos princípios e dos fenômenos em estudo, enfatizando a origem e a evolução dos conceitos, dos modelos e das teorias cosmológicas, ressaltando, em particular, seus aspectos históricos. Tal medida, torna a compreensão menos árida, levando os alunos a se entusiasmar pelos estudos da Física, tornando a aprendizagem mais eficaz e significativa. Os alunos, muitas vezes, ao tomarem contato com concepções históricas de conceitos ou modelos físicos, os identificam com as próprias concepções, o que pode auxiliar na compreensão dos modelos atuais. Além disso, esse processo de identificação com a forma de pensamento de outras épocas contribui para que o aluno desenvolva uma visão dinâmica e social da construção da ciência, superando a concepção comum de uma ciência neutra e desvinculada de interesses sociais e econômicos.

Um resumo do conteúdo dos textos de apoio encontra-se no Quadro 5.

Quadro 5: Resumo dos textos de apoio da UD.

	<p>Texto de apoio 1: “Teorias, Modelos e o Big Bang e suas aplicações na investigação da natureza e do Universo”.</p> <p>Resumo: Em linguagem acessível, o texto esclarece as diferenças básicas entre hipótese, modelo e teoria; discute o contexto histórico das origens da teoria do Big Bang em contraposição ao modelo de universo de estado estacionário; as polêmicas em torno da validade da teoria e as descobertas e evidências que vieram confirmá-la.</p> <p>Referências GLEISER, Marcelo. A Ilha do Conhecimento: Os limites da Ciência e a busca por sentido. 1ª ed. São Paulo: Editora Record, 2014.</p> <p>GLEISER, Marcelo. A simples beleza do inesperado: um filósofo natural em busca de trutas e do sentido da vida. 1ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2016.</p> <p>GLEISER, Marcelo. A dança do Universo: dos mitos de Criação ao Big Bang. 3ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.</p>
	<p>Texto de apoio 2: “Teorias Cosmológicas Contemporâneas: Modelando Universos”.</p> <p>Resumo: O texto apresenta uma abordagem mais ampla das teorias cosmológicas, seus teóricos e as principais evidências observacionais que as sustentam ou que as tornaram obsoletas; ao final, discute a questão controversa da existência de um “multiverso” e dos “universos de escrivadinha”.</p> <p>Referências GLEISER, Marcelo. A Ilha do Conhecimento: Os limites da Ciência e a busca por sentido. 1ª ed. São Paulo: Editora Record, 2014.</p> <p>GLEISER, Marcelo. A simples beleza do inesperado: um filósofo natural em busca de trutas e do sentido da vida. 1ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2016.</p> <p>GLEISER, Marcelo. A dança do Universo: dos mitos de Criação ao Big Bang. 3ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.</p>
	<p>Texto de apoio 3: “Catálogo de Corpos Celestes: Identificando os diferentes tipos de corpos celestes e a matéria escura”.</p> <p>Resumo: Neste texto, os diferentes tipos de objetos celestes e suas respectivas designações são descritos brevemente em suas propriedades e características, partindo dos escritos do físico Marcelo Gleiser; destacam-se os asteroides, cometas, estrelas, meteoroides, planetas e satélites; além de tratar do dramático ciclo de “vida” das estrelas, das possíveis candidatas a compor a matéria escura e do papel desta na composição das galáxias e efeitos gravitacionais por todo o Universo.</p> <p>Referências GLEISER, Marcelo. O dramático ciclo de vida das estrelas. Especial para a Folha de S. Paulo. São Paulo, 25 jan. 1998. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe250106.htm. Acesso em: 02 jul. 2020.</p> <p>GLEISER, Marcelo. Criação imperfeita: Cosmo, Vida e o Código Oculto da Natureza. 8ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2014.</p>

	<p>Texto de apoio 4: “Nossa posição e importância nesse imenso Universo: humanocentrismo, vida na Terra e exobiologia”.</p> <p>Resumo: O texto apresenta a cosmovisão do físico Marcelo Gleiser exposta em sua tese a respeito do papel do ser humano na Terra e da sua percepção do Universo e de suas leis; aborda também a polêmica em torno da existência de vida inteligente fora da Terra e de quão raro é a vida em nosso planeta, de como é especial e que por isso merece ser protegida e valorizada.</p> <p>Referências GLEISER, Marcelo. Criação imperfeita: Cosmo, Vida e o Código Oculto da Natureza. 8ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2014. GLEISER, Marcelo. O caldeirão azul: o universo, o homem e seu espírito. 1ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2019.</p>
---	---

Fonte: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/textos-para-analise-e-discussao/>

4.2.3 Primeiro encontro: Aulas 1 e 2

As duas primeiras aulas (primeiro encontro) em cada uma das turmas de 1º e 2º ano de Ensino Médio (EM) foram reservadas para a sondagem inicial do conhecimento dos alunos em torno do tema motivador dessa UD. Organizou-se um questionário fundamentado nas seguintes perguntas provocadoras aqui colocadas como sugestões: (1) Estaria a Astronomia ainda está em construção? (2) Que notícias você conhece na mídia que mostram o conhecimento da Física como componente cultural e dependente do contexto social, econômico e até político das nações implicado nas descobertas de astrônomos por todo o mundo? (3) Tem noção de como se dá o processo de construção do conhecimento da Física e de como fatos e descobertas são incorporados ao conjunto das realizações científicas? (4) Tem conhecimento de algum fato histórico que tenha influenciado diretamente alguma descoberta ou ação da comunidade de astrônomos? (5) Conhece algum erro ou “mancada” cometida por algum astrônomo ou astrofísico, mas posteriormente aceito como verdadeiro e aceitável? E outras questões pertinentes que poderiam ter relação com o tema em vista.

Este momento inicial serviu de apreciação e análise das concepções dos estudantes a respeito do entendimento sobre como ocorre a evolução do conhecimento da Astronomia ou Cosmologia em seus aspectos humanos e culturais. As respostas dadas no decorrer da aula remota e ao final quando foram solicitados a responder um questionário, nortearam o desenvolvimento das discussões posteriores sobre as bases do conhecimento físico, sobre a importância da Matemática na descrição das leis físicas, sobre as grandes descobertas da

Cosmologia contemporânea e se os cientistas podem em algum momento falar em suas atividades.

Para uma melhor compreensão da dinâmica envolvida, o Quadro 6 apresenta a organização estrutural das duas primeiras aulas.

Quadro 6: Organização e estruturação do primeiro encontro.

<p>1º encontro: Apresentação e revisão oral em sala de aula virtual da justificativa e objetivos da pesquisa e da utilização do PE. Conhecer a proposta do site, a UD sobre Cosmologia e o físico inspirador da pesquisa: Marcelo Gleiser.</p>
<p>Objetivos específicos: Familiarizar o aluno com textos de divulgação científica; identificar a presença do senso comum relacionado ao tema; favorecer o debate, estimulando a reflexão crítica e o posicionamento de opiniões; fornecer um modelo de representação em escala das dimensões do Universo observável.</p>
<p>Metodologias e estratégias: Apresentar o tema e solicitar aos alunos que se manifestem a respeito do que eles conhecem sobre o assunto; responder questionário online contendo uma seção para preenchimento de dados de perfil e uma outra de entrevista (ver apêndice A).</p>
<p>Recursos didáticos: Textos de apoio, website, formulários Google, vídeo de apresentação da UD postado em cada uma das salas virtuais (link do vídeo: https://youtu.be/FMM_n_maDZY).</p>
<p>Avaliação: realizada através da pré-análise das respostas dadas ao questionário elaborado em formulário online e dos comentários dos estudantes postados no fórum de discussão (https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/forum-discussao/).</p>

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Após as duas primeiras aulas, os encontros seguiram as seguintes etapas: (i) Leitura prévia dos textos de apoio que ficaram disponíveis no website dias antes das aulas reservadas para o seu uso. A estratégia é necessária para que as turmas possam iniciar uma leitura inicial do material elaborado (leitura extraclasse). Um link de acesso aos textos de apoio foi disponibilizado no mural de cada uma das turmas virtuais; (ii) Discussão e debate nas salas de aula virtuais das principais ideias contidas nos textos; (iii) Exibição de vídeos curtos cujos enfoques tivessem alguma relação com os conteúdos dados; (iv) Revisão da aula.

A seguir as estratégias de ensino dos demais encontros.

4.2.4 Segundo encontro: Aulas 3 e 4

Neste segundo encontro exibiu-se um vídeo curto³⁰ como introdução para o debate em torno das “Teorias, modelos e o Big Bang”.

O texto de apoio utilizado (texto de apoio 1)³¹ e que norteou a discussão após a exibição do vídeo introdutório foi baseado, principalmente, em capítulos do livro “A Dança do Universo” do físico Marcelo Gleiser, com adaptações. Ver o Quadro 7 a seguir que mostra a organização e plano de aula do segundo encontro.

Quadro 7: Organização e estruturação do segundo encontro.

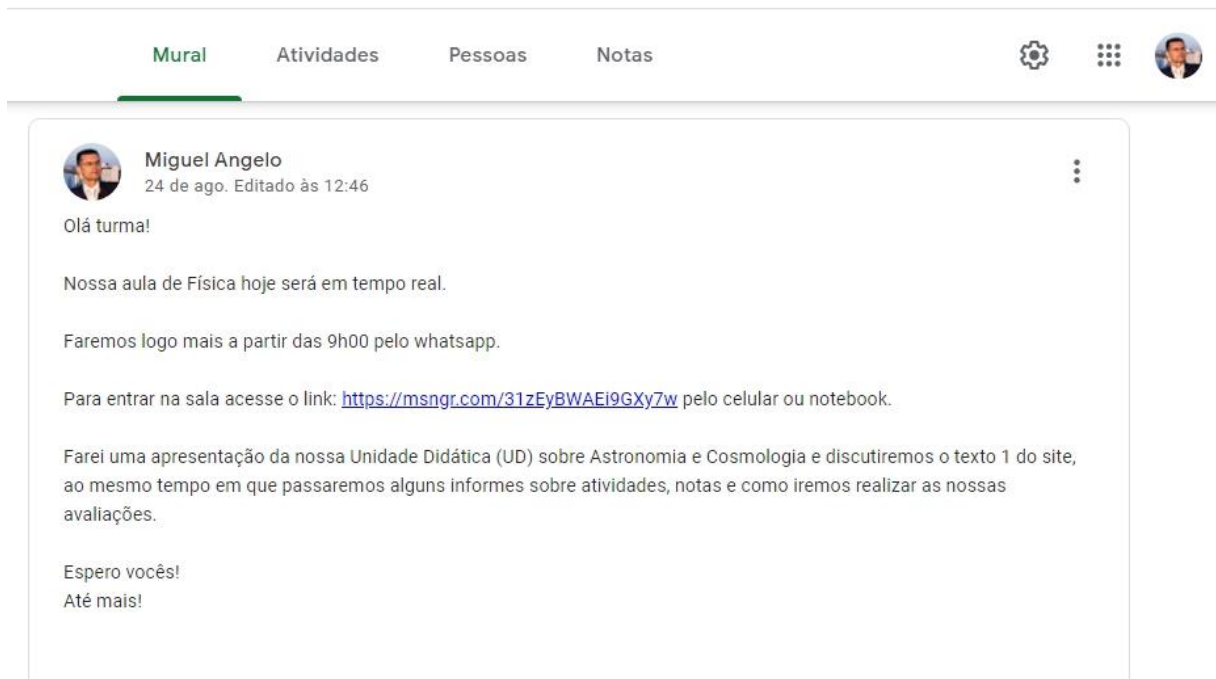
Nestas duas aulas os estudantes compreenderam o significado de modelo empregado nas ciências, o que é uma teoria e revisitaram a teoria do big bang que aponta para as origens do Universo.
Conteúdo: Texto de apoio 1 – “Teorias, Modelos e o Big Bang e suas aplicações na investigação da natureza e do Universo”.
Objetivos específicos: Estimular a curiosidade, proporcionar o debate, os questionamentos, fazendo uso da imagem como representação de modelos teóricos da origem e estrutura do Universo.
Metodologias e estratégias: Exibição de vídeo e discussão do texto 1 tópico por tópico apresentando-o em aula virtual síncrona com o uso do WhatsApp.
Recursos didáticos: Texto de apoio, website, vídeo do youtube.
Avaliação: de caráter formativo realizada pela observação da participação dos alunos durante a aula e das respostas dadas aos questionamentos propostos no fórum de discussão.

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

No mural de cada uma das turmas virtuais criadas no Classroom, uma chamada para a aula foi postada nos horários correspondentes a cada turma (ver Quadro 3) tal qual a Figura 8, apresentada aqui como exemplo, e que mostra uma dessas chamadas.

³⁰ Entrevista com Marcelo Gleiser: vídeo de 4 min 03 s em que ele explica como o universo começou. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=T9oRL1yUNhQ>. Acesso: 02 jul. 2019.

³¹ Link de acesso no website: texto de apoio 1.

Figura 8: Chamada para o segundo encontro.

Fonte: <https://classroom.google.com/u/0/h>

Depois da apresentação, os alunos presentes à aula foram solicitados a fazer uma releitura do texto de apoio 1 (“Teorias, Modelos e o Big Bang”) e um tempo lhes foi dado para mais uma análise e reflexão, objetivando ao final um debate maior mediado pelo professor.

Após o debate os alunos foram direcionados a um fórum de discussão online³² criado no ambiente do website com a finalidade de revisar, fixar e concluir o que foi estudado e debatido no encontro.

O encontro, por fim, foi encerrado pedindo-se às turmas que lessem com antecedência o texto seguinte (texto de apoio 2: “Teorias Cosmológicas Contemporâneas: Modelando Universos”) postado no website.

4.2.5 Terceiro encontro: Aulas 5 e 6

Nestas duas aulas, as turmas se organizaram para discutir o texto de apoio 2³³ apresentado no Quadro 5 e que trata das teorias cosmológicas contemporâneas e modelização de Universos.

³² Acesso ao fórum no link: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/forum-discussao/>.

³³ Idem nota 27.

Como introdução à análise em vista, um vídeo curto foi exibido antes do início da atividade cujo título “Marcelo Gleiser – O mistério da criação: de Kepler a Einstein”,³⁴ provocativo, permitiu que iniciássemos um diálogo em torno das diversas teorias e tipos de modelos de universos existentes e de como a geometria está presente para explicar e descrever cada um deles.

O Quadro 8 traz a temática e um resumo do terceiro encontro.

Quadro 8: Organização e estruturação do terceiro encontro.

Nestas duas aulas estudou-se os diversos tipos de modelos de descrição do Universo e os "Universos de escrivantina": Modelos de Universos fechados e abertos. Universos-ilha. Universos dinâmicos e estacionários cujas fontes foram extraídas de artigos e livros do físico Marcelo Gleiser.
Conteúdo: Texto de apoio 2 – “Teorias Cosmológicas Contemporâneas: Modelando Universos”.
Objetivos específicos: Conhecer os diversos tipos de modelos de descrição do Universo: "Universos de escrivantina".
Metodologias e estratégias: Exibição de vídeo introdutório e discussão do texto 2, tópico por tópico, apresentando-o em aula virtual assíncrona com o uso do GoogleMeet.
Recursos didáticos: Texto de apoio, website, vídeo do Youtube, questionários e testes elaborados em formulários Google online.
Avaliação: de caráter formativo realizada pela observação da participação dos alunos durante a aula e complementada pelas respostas dadas aos questionamentos propostos no fórum de discussão e em tarefa online (link de acesso: https://forms.gle/8WrWDtCqhvTyyZTz7).

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

A partir da confirmação da leitura antecipada do texto de apoio 2 pela maioria dos alunos presentes à aula, as turmas foram impelidas a expor dúvidas e questionamentos acerca do que leram; as teorias levantadas e expostas no texto foram rediscutidas com a finalidade de esclarecer questões mais complexas em linguagem acessível para minimizar pontos obscuros; além de termos, conceitos e ideias que tenham passado despercebidos num primeiro momento de leitura e que não tenham ficado muito claro.

Finalmente para encerrar a aula, mais uma vez, algumas questões foram levantadas no fórum de discussão constante no site, relacionados ao texto de apoio 2, considerando a participação dos alunos como forma de avaliação do aprendizado e apreciação do nível de

³⁴ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Urx0BZSwkNE>. Acesso: 02 jul. 2019.

compreensão e entendimento do que foi debatido³⁵; deixando-se para envio posterior de respostas uma tarefa (questionário online) intitulada “pausa para uma reflexão sobre o texto de apoio 2”. Em seguida, solicitou-se a leitura e análise do texto de apoio 3 para discussão no encontro seguinte.

4.2.6 Quarto encontro: Aulas 7 e 8

Nestas duas aulas o texto de apoio 3 “Catálogo de corpos celestes” apresentado no Quadro 5 foi usado como temática da aula e postado em cada uma das salas virtuais.

A proposta do encontro basicamente foi de elencar os corpos do espaço mais conhecidos (cometas, meteoros, estrelas, etc), descrevendo-os, e discutir o problema da matéria escura.

O Quadro 9 traz um resumo das aulas 7 e 8.

Quadro 9: Organização e estruturação do quarto encontro.

Nestas duas aulas as turmas estudaram as características físicas de alguns corpos celestes, obtiveram informações acerca do que é a “matéria escura” e acompanharam breve relato do “dramático ciclo de vida das estrelas”.
Conteúdo: Texto de apoio 3 – “Catálogo de Corpos Celestes: Identificando os diferentes tipos de corpos celestes e a matéria escura”.
Objetivos específicos: Reavaliar a compreensão e entendimento do conteúdo dado. Retomar a habilidade de compreensão e interpretação de textos técnicos e científicos. Identificar os diferentes tipos de corpos celestes e obter informações sobre a “matéria escura”. Possibilitar uma visão mais adequada da distância entre os planetas e destes em relação ao Sol, a partir de uma escala apropriada.
Metodologias e estratégias: Como tarefa complementar de ampliação da percepção dos estudantes acerca das escalas astronômicas, as turmas receberam dois roteiros de elaboração de modelos de representação em escala: (1) de tamanho do Sol e dos planetas e (2) das distâncias entre os planetas e o Sol.
Recursos didáticos: Texto de apoio, website, formulários Google Classroom.
Avaliação: pela observação da participação dos alunos durante a aula e do envio de fotos dos modelos construídos (link de acesso a alguns dos melhores trabalhos: https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/products/atividades/)

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

³⁵ Ver nota 32.

4.2.7 Quinto encontro: Aulas 9 e 10

Neste último encontro o texto de apoio 4, mais reflexivo, promove a culminância e o fechamento da UD possibilitando aos alunos a oportunidade de discutir a nossa importância, significância e papel na vastidão do Universo.

O título sugestivo do texto, “Nossa posição e importância nesse imenso Universo: humanocentrismo, vida na Terra e exobiologia”, apresenta a cosmovisão do físico Marcelo Gleiser exposta em sua tese a respeito do papel do ser humano na Terra e da sua percepção do Universo e de suas leis,

[...] a ciência moderna, ao mesmo tempo que mostra que não existe um grande plano da Criação, põe a humanidade no centro do cosmo. Podemos mesmo chamar essa corrente de pensamento, que proponho aqui, de “humanocentrismo”. Talvez não sejamos a medida de todas coisas, como propôs o grego Protágoras em torno de 450 a.C., mas somos as coisas que podem medir. Enquanto continuarmos a nos questionar sobre quem somos e sobre o mundo em que vivemos, nossa existência terá significado (GLEISER, 2010, p.13).

Diante dessa lógica a ciência devolve a importância do ser humano, trazendo a humanidade de volta ao centro metafórico da criação, com ênfase na singularidade do planeta Terra e na excepcional raridade dos humanos como seres inteligentes capazes de entender a importância de estar vivo.

O Quadro 10 apresenta a organização e estrutura das duas últimas aulas da UD.

Quadro 10: Organização e estruturação do quinto encontro.

Nestas duas aulas (último encontro) os estudantes refletiram sobre o papel da nossa humanidade em uma perspectiva universal, compreenderam a proposta “humanocêntrica” do físico Marcelo Gleiser, acompanharam breve narrativa da formação e evolução da Terra; e estudaram rudimentos de exobiologia e sua relação com especulações acerca de vida inteligente fora da Terra.

Conteúdo: Texto de apoio 4 – Nossa posição e importância nesse imenso Universo: “humanocentrismo”, vida na Terra e exobiologia.

Objetivos específicos: Compreender os processos físicos de formação da Terra e de sua evolução. Descrever, analisar e compreender como a vida surgiu em nosso planeta e como tal processo está relacionado com a Astrofísica e Astronomia. Compreender a raridade da vida em nosso planeta, a importância de defender a natureza e estudar meios de sustentabilidade no presente e para as gerações futuras.

Metodologias e estratégias: Discussão do texto, tópico por tópico, apresentando-o em aula virtual assíncrona com o uso do GoogleMeet. Uso de formulário online para avaliação da aprendizagem e fixação das ideias centrais do que foi debatido durante a aula. Apresentação em vídeo de seminários individuais gravados pelos alunos a partir de temas ou tópicos selecionados por eles mesmos dentre os textos de apoio da UD (link das melhores apresentações: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/products/videos-de-apresentacao/>).

Recursos didáticos: Texto de apoio, website, formulários Google Classroom.

Avaliação: pela observação da participação dos alunos durante a aula e das respostas enviadas em teste de avaliação da aprendizagem (Tarefa de análise e discussão do texto 4 – link de acesso: <https://forms.gle/1LBpztATP2DGxr9c9>).

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Por fim, os alunos foram submetidos a duas avaliações: (1) uma relacionada à avaliação da aprendizagem das ideias e conceitos do que foi discutido no texto de apoio 4 (atividade valendo nota) e (2) outra, de avaliação final do curso, com o propósito de aferir a aceitação das turmas diante da pesquisa e do PE; e do que foi apreendido de todo o conteúdo apresentado (aplicada por livre consentimento dos alunos participantes da pesquisa e sem atribuição de nota) ³⁶.

³⁶ Os links de acesso aos formulários são, respectivamente:

(i) avaliação da UD e do PE: <https://forms.gle/nzykRBjCAH5bXiyb7> e (ii) avaliação da aprendizagem: <https://forms.gle/EekwC5SRyW2BmKbF7> .

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Partindo do primeiro questionário (Perfil dos alunos/ Entrevista), nesta seção faremos a análise e discussão dos dados coletados e resultados que julgamos mais significativos e que foram possíveis de serem obtidos durante as aulas e implementação do PE.

5.1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS: QUESTIONÁRIO E ENTREVISTA

Este primeiro questionário semiaberto³⁷ permitiu aferir além dos conhecimentos prévios dos estudantes-participantes, um perfil por idade e sexo. Foi possível também determinar a frequência de leitura e interesse por gêneros literários específicos. A finalidade desta última mensuração teve por objetivo confrontar os resultados obtidos com os dados preliminares encontrados na revisão de literatura relacionada ao fato de que “as crianças e jovens [no Brasil] não desenvolvem suficientemente o hábito sistemático da leitura” de acordo com pesquisa recente do Instituto Unibanco (2018) vista acima.

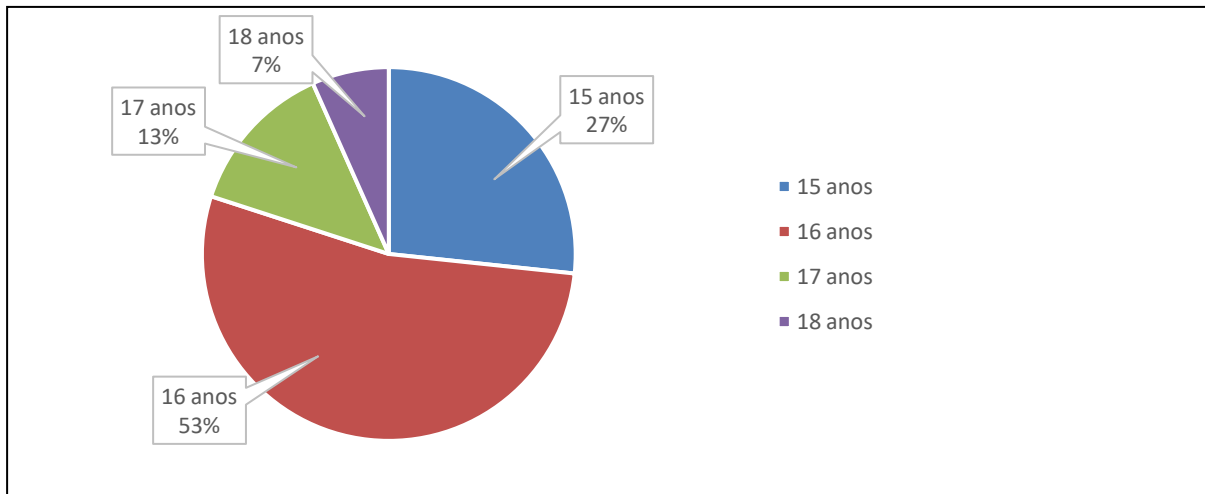
O questionário ficou disponível online na plataforma Google Classroom³⁸, nas correspondentes salas virtuais de cada turma durante duas semanas do mês de agosto de 2020, para que os alunos que aceitassem participar, mediante termo de consentimento, pudessem respondê-lo com calma e atenção, mantendo-se o anonimato.

Contudo, apesar das reiteradas mensagens postadas no mural das turmas virtuais, convidando-os a responder o questionário, dos 184 participantes da pesquisa, apenas 15 alunos responderam.

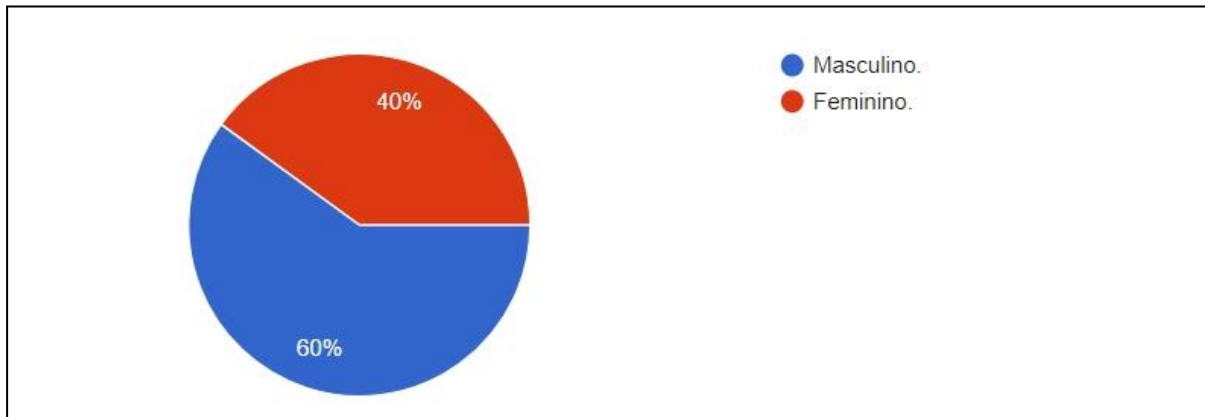
Os Gráficos 1 e 2 desta amostra, revelam a frequência relacionada às idades e sexo, respectivamente, dos estudantes participantes da pesquisa.

³⁷ Acesso no link: <https://forms.gle/iWyJXn51hB7HkGiHA>.

³⁸ Essa estratégia foi adotada para todos os outros questionários aplicados no decorrer da pesquisa.

Gráfico 1: Perfil idade dos participantes da pesquisa.

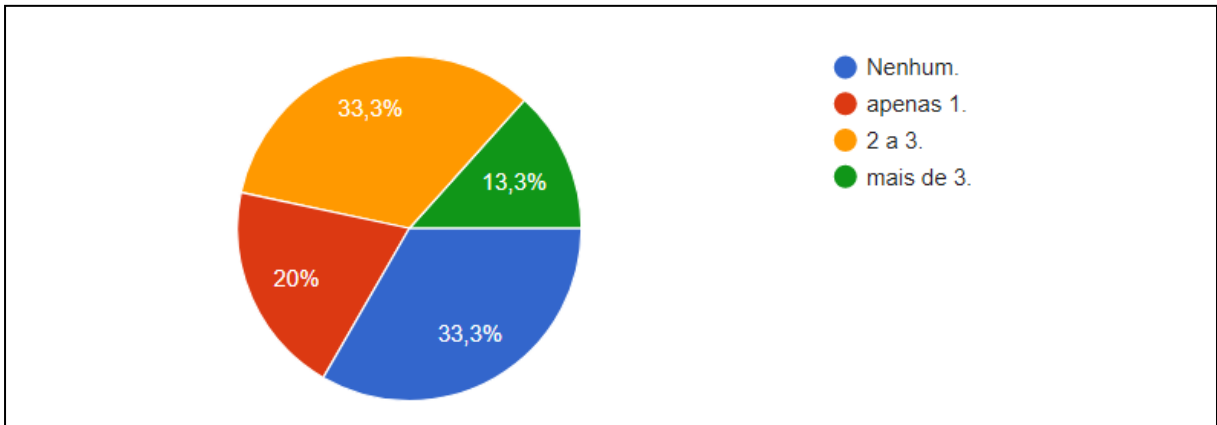
Fonte: arquivo do pesquisador (2021)

Gráfico 2: Perfil sexo dos participantes da pesquisa.

Fonte: arquivo do pesquisador (2021)

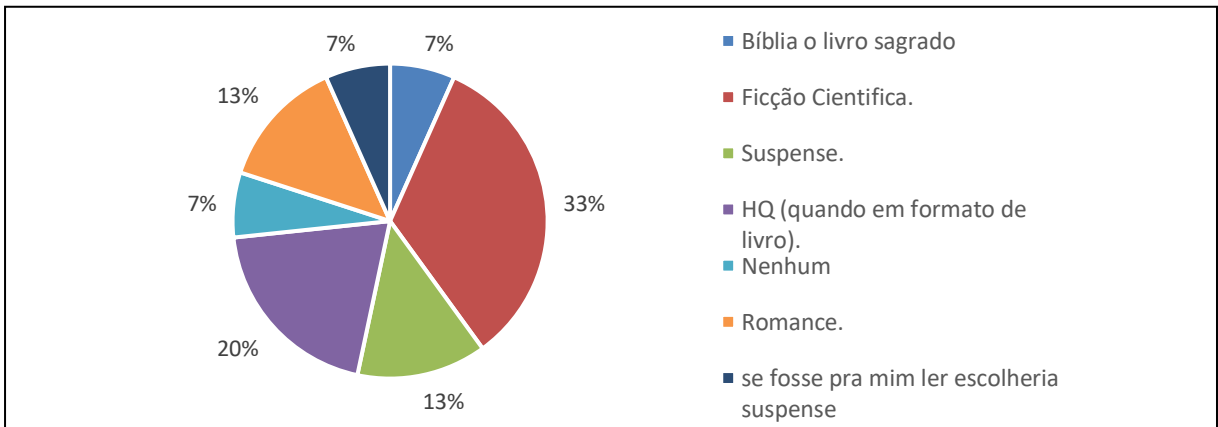
Vê-se dos Gráficos 1 e 2 que dos 15 alunos respondentes, 53% têm 16 anos, sendo 60% dos alunos entrevistados do sexo masculino.

O Gráfico 3, por sua vez, mostra a distribuição percentual da quantidade de livros lidos pelos entrevistados em 1 ano. A quantidade de livros lidos foi distribuída em grupos de zero, um, dois a três ou mais de três livros lidos em um 1 ano. Observa-se que mais de 50% (isto é, 53,3%) leram “nenhum” ou “apenas 1” livro neste período; enfatizando-se que destes, pouco mais de 33% não tiveram contato com a leitura.

Gráfico 3: Livros lidos por ano.

Fonte: arquivo do pesquisador (2021)

Na apuração de “quais gêneros literários eram lidos”, o resultado mostrado no Gráfico 4 mostra que houve uma preferência maior (33%) para a “Ficção Científica”, muito embora o gênero “HQ – quando em formato de livro” (20%), o “Suspense” (20%) e o “Romance” (13%) tenham ocupado uma parcela mais significativa das respostas.

Gráfico 4: Livros lidos por gênero literário.

Fonte: arquivo do pesquisador (2021)

Esses últimos números tornam evidente o gosto da maioria dos entrevistados pela literatura de ficção, contribuindo para um melhor aproveitamento do estudo realizado, uma vez que os assuntos tratados na UD despertam muitas curiosidades e o interesse dos alunos em razão de sua proximidade com temas especulativos mais voltados para a ficção científica.

O suspense e o romance vêm logo em seguida.

Partindo disso então, nos é possível em uma nova seção tratar dos conhecimentos prévios dos estudantes participantes. As respostas dadas às perguntas propostas a partir da

questão 05 do formulário³⁹ possibilitaram vislumbrar o rumo que seguiríamos na elaboração do núcleo teórico central dos textos de apoio e que serviria de diretriz para implementação da UD no estudo que faríamos da Astronomia e Cosmologia.

Entendemos que aquilo que cada um já sabe é uma ponte para saber mais. Não há, ou pelo menos não deveria haver professor iniciando a abordagem de um conteúdo sem antes identificar o que sua turma efetivamente conhece sobre o que será tratado.

Jean Piaget (1896-1980) foi quem primeiro chamou a atenção para a importância daquilo que se convencionou chamar de “conhecimento prévio”. Suas investigações foram realizadas sob a perspectiva do desenvolvimento intelectual. Ao observar exaustivamente como os pequenos comparavam, classificavam, ordenavam e relacionavam diferentes objetos, ele compreendeu que a inteligência se desenvolve por um processo de sucessivas fases. Dependendo da qualidade das interações de cada sujeito com o meio, as estruturas mentais – condições prévias para o aprendizado – vão se tornando mais complexas até o fim da vida. Em cada fase do desenvolvimento, elas determinam os limites do que os indivíduos podem compreender (PIAGET, 1987).

Nessa direção, mais que certos ou errados, independentemente de sua origem, os conhecimentos prévios devem ser para o professor, o ponto de partida para desenvolver o processo de mudança conceitual no estudante, com o objetivo de contribuir para que pense distinto do pensamento cotidiano, tendo como referência as características da ciência.

Sob essa perspectiva, o Quadro 11 apresenta algumas das respostas mais significantes dadas às perguntas abertas daquele primeiro formulário.

Quadro 11: Respostas e comentários dos estudantes às perguntas abertas.

Perguntas	Respostas, comentários e conhecimentos prévios
<p>Já leu algum livro (todo ou parte dele), artigo de revista ou periódico, impresso ou online que tratasse de assuntos relacionados com o espaço e o Universo? Poderia citar?</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “Sim, ‘A Teoria da Viagem no Tempo’.” ▪ “Não, livros que falam sobre universo, não tenho costume de ler”. ▪ “Sim. Os livros da série de Percie Jackson, ‘As crônicas do senhor de castelo’, que por sinal são muito bons...” ▪ “Nunca”. ▪ “Sim, ‘livros de Ciências’.”

³⁹ Ver apêndice A.

<p>O que você entende por "teoria"?</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “Forma de pensar ou entender algum fenômeno a partir da observação”. ▪ “Algo como uma opinião de alguém para tentar explicar coisas e que pode estar certa ou errada”. ▪ “Pra mim uma ‘coisa’ que ainda não é comprovada”. ▪ “Algo que não é cientificamente comprovado, algum tipo de opinião sobre devido assunto”. ▪ “São histórias criadas por cientistas sem nenhuma evidência, apenas como eles pensam”. ▪ “Possível fato ocorrido”. ▪ “Um conjunto sistemático de opiniões e ideias sobre um dado tema”. ▪ “Algo que não existe ainda, apenas uma suposição...” ▪ “Algo que só é dito e não feito, alguns podem ser um fato, outras não”. ▪ “Uma hipótese, uma opinião formada diante de um fato. Uma teoria tenta explicar algo de difícil concretização”. ▪ “Uma ideia com base em alguma hipótese...”
<p>O que você entende quando ouve falar a respeito de "teoria do big bang"? Explique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ "Teoria do início da Terra". ▪ “Uma opinião sobre o "início do Universo". ▪ “Que talvez tenha sido algo catastrófico, não sei”. ▪ “Que foi uma explosão”. ▪ “É uma teoria, que foi uma explosão cósmica que fez o espaço e o tempo”. ▪ “A ideia do começo de tudo, até por que não se tem imagens do acontecido, por isso se trata de uma teoria...” ▪ “Uma ‘explosão’.” ▪ “Uma teoria sobre o surgimento do universo...”

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “Uma explosão que criou o universo, mas eu sou contra essa teoria”. ▪ “Uma ideia de como o universo ‘foi feito’.” ▪ “Sobre o Big Bang eu entendo que foi uma ‘grande expansão’ e a partir dele surgiu o Universo”.
<p>Como você explica a escuridão do espaço a noite?</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “Mais uma criação de Deus.” ▪ “Não há uma estrela ou cosmo grande o suficiente para ilumina-lo por completo ou parcialmente.” ▪ “Não existe estrelas em todas as direções, por isso que maior parte do universo permanece escuro.” ▪ “Porque quando a terra gira um lado fica luminoso e o outro escuro.” ▪ “Não sei explicar, nunca descobri o porquê.” ▪ “Por ser tão amplo e sem ter um ‘lugar’, a luz do Sol não se concentra em uma só região, acho que por isso é tão escuro...” ▪ “Em síntese a escuridão do espaço deve-se primeiramente ao fato de que nosso universo teve um começo, ou seja, ele não é infinito como muitos pensam, de modo que não há estrelas em todas as direções.” ▪ “Por conta das estrelas já que muitas deles não estão brilhando totalmente para todos os lados...” ▪ “Porque a atmosfera terrestre espalha os raios solares que tocam a superfície do globo direcionada para o astro...”
<p>Saberia explicar o que é uma 'galáxia'? (Escreva sua resposta com suas próprias palavras).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “Conjunto de estrelas.” ▪ “Um conjunto de sistemas com planetas orbitando por eles.” ▪ “Quando penso em galáxia penso em algo sem fim, apenas cheio de ‘pontinhos brilhantes’ e que provavelmente escondem muito do que nos é mostrado em notícias... acho fascinante.” ▪ “Não.”

<p>Saberia explicar o que é uma 'galáxia'? (Escreva sua resposta com suas próprias palavras).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “Constelações de bilhões de estrelas, que chamamos de via láctea.” ▪ “Galáxia é um lugar que abrange os planetas, os sistemas, as constelações, buracos negros e etc...” ▪ “Conjunto que forma o Universo.” ▪ “É um grande sistema gravitacionalmente ligado, que consiste de estrelas.” ▪ “Um sistema isolado no espaço onde ficam as estrelas, o Sol, etc.”
<p>Conhece algum objeto celeste (como por exemplo, asteroide, cometa, meteoro, etc) que já ouviu falar ou pesquisou em alguma mídia, e que não compreende plenamente, mas gostaria muito de entender? Cite-o.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “A diferença entre meteoro e meteorito.” ▪ “O cometa Halley.” ▪ “Estrelas.” ▪ “Não sei muito bem, mas tem uma teoria que caiu um meteoro na terra que através dele matou os dinossauros, e gostaria de entender.” ▪ “Cometa.” ▪ “Aquele asteroide CERES: eu queria mais detalhes sobre ele...” ▪ “Sim. Asteroide.” ▪ “Eu compreendo todos os objetos celestes.”
<p>Quais as personalidades (físicos, pesquisadores, cientistas) que você conhece que no decorrer da história forneceram alguma contribuição para o entendimento das leis que regulam os corpos celestes e que revolucionaram o nosso entendimento em torno do Universo? Aponte-os.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “Marcelo Gleiser.” ▪ “Stephen Hawking, Albert Einstein e Isaac Newton.” ▪ “Aristóteles, Johannes Kepler, Isaac Newton, Albert Einstein, Stephen Hawking.” ▪ “Isaac newton é o único que ouvi falar.” ▪ “Stephen Hawking.” ▪ “Isaac Newton, Marcelo Gleiser, Johannes Kepler.” ▪ “Isaac Newton e Albert Einstein.”

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “Galileu e Newton.” ▪ “Albert Einstein, Isaac Newton e Galileu Galilei.” ▪ “Albert Einstein, Galileu Galilei.”
<p>O físico Marcelo Gleiser em um de seus livros ("Criação Imperfeita: Cosmo, Vida e o Código Oculto da Natureza", de 2010) escreveu, no cap. 17, o seguinte:</p> <p style="text-align: center;">VOLTANDO À ORIGEM DO TEMPO</p> <p>A revolução quântica teve um impacto profundo na nossa compreensão do Universo: Gamow e seus colaboradores usaram a física atômica para prever a existência da radiação cósmica de fundo detectada por Penzias e Wilson; aplicaram a física nuclear para construir um cenário que explicasse como os núcleos dos elementos químicos mais leves foram forjados durante os primeiros três minutos após o “bang”. (Portanto, bem mais cedo do que os átomos de hidrogênio.) Daí o título do livro de Weinberg, "Os três primeiros minutos". Originalmente, Gamow tentou mostrar que todos os elementos químicos foram criados durante os primeiros minutos da infância cósmica.</p> <p>No entanto, algumas de suas suposições estavam incorretas. Após uma década de muita discussão, Fred Hoyle, um astrofísico inglês, mostrou que apenas os núcleos dos elementos mais leves e os dos seus isótopos (hidrogênio, hélio e lítio) foram criados no Universo primordial. Todos os outros elementos químicos são gerados durante 'a morte das estrelas'. A química da vida — carbono, oxigênio, nitrogênio etc. — vem do furioso processo de fusão nuclear que ocorre quando uma estrela sucumbe finalmente à sua própria gravidade e entra em colapso.</p> <p>Do que você leu, escreva a seguir, com suas próprias palavras, qual foi o seu entendimento desse pequeno trecho, descrevendo o que o autor quis demonstrar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “O Autor tenta mostrar indiretamente o processo de formação das estrelas já que tudo é dispersado durante sua ‘morte’.” ▪ “Ele aborda o tema de como a revolução quântica teve um impacto profundo na compreensão sobre o universo e que os núcleos de elementos mais leves e dos seus isótopos foram criados no universo primordial.” ▪ “Acho que ele estava explicando o universo como se fosse constituído de elementos químicos...” ▪ “Fala sobre uma revolução quântica que teve um impacto no nosso universo, através de processos físicos nuclear.” ▪ “O autor quis demonstrar que após a criação do universo, apenas os núcleos dos elementos foram criados, depois disso outros elementos se derivam da morte de estrelas...” ▪ “Que apesar de Gamow ser um físico bastante inteligente, errou.” ▪ “Mostra argumentos para 'comprovar' sua teoria que os núcleos dos elementos foram forjados durante um curto tempo...” ▪ “Eu entendi que Gamow queria provar que estava certo sobre sua pesquisa de que os elementos químicos foram criados na infância cósmica, mas Fred Hoyle falou que ele não estava certo e explicou porque ele estava errado e disse que os núcleos dos elementos leves foram gerados no Universo Primordial e os outros foram durante a ‘morte das estrelas’. Isso foi o que eu entendi e o que o autor quis demonstrar.” ▪ “Que quando uma estrela sucumbe finalmente à sua própria gravidade, ela entra em colapso.”

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

Para esta categoria empírica de análise, relacionada aos conhecimentos prévios dos estudantes, considerando-se somente as perguntas abertas, destacam-se algumas subcategorias mostradas no Quadro 12 e considerações em torno de cada uma delas.

Quadro 12: Conhecimentos prévios – subcategorias.

Categoria	Subcategorias	Considerações
Conhecimentos prévios – primeira parte do questionário – perguntas abertas	Universo cultural	As respostas apontam para um conhecimento prévio adquirido, seja em ‘livros de ciência’ (sem referência ao gênero literário), seja em livros de ficção científica, como os dois livros citados: “A Teoria da Viagem no Tempo” e “As crônicas do senhor de castelo”. É importante enfatizar, porém, que muitas especulações abordadas em contos e narrativas de ficção literária podem fazer acreditar que elas sejam fatos confirmados pela comunidade científica. Algo que não acontece, por outro lado, com livros de divulgação científica. Embora a atividade de divulgação científica não seja muito valorizada no meio acadêmico, sendo, ao contrário, frequentemente vista com suspeita por uma parcela da comunidade científica, ela granjeou sempre o interesse de grandes cientistas. Apesar das limitações e dificuldades, a preocupação com a difusão de suas ideias para um público não restrito à própria especialidade mereceu, da parte de grandes físicos e de cientistas de outras especialidades, uma atenção particular a ponto de consumirem parte de seu tempo fazendo conferências e escrevendo livros, artigos e cartas destinados a uma difusão ampla.
	Compreensão acerca do significado de teoria	Os alunos têm a concepção de que uma teoria expressa uma “opinião”, algo “não comprovado”, “sem evidências”, “uma suposição”, “uma hipótese”. Das 15 respostas dadas, apenas duas se aproximaram do entendimento correto do que seja uma teoria. O primeiro texto de apoio visou em um primeiro momento precisar a compreensão acerca daquilo que pode ser considerado uma teoria, na tentativa de corrigir a concepção deficiente em torno desse tema. Segundo Gleiser (2014) existe uma ambiguidade na terminologia moderna para tratar da Ciência, em particular da Física, que dificulta a compreensão de pessoas leigas sobre os avanços mais modernos. Esta ambiguidade se refere ao significado das palavras hipótese , modelo e teoria e assume diversos níveis de complexidade.
	Entendimento sobre o que foi o “Big Bang”	A inserção mais explícita da teoria do Big Bang, por tratar-se de um assunto muito amplamente abordado pela mídia e que adentra nas ‘grandes questões’ a que o ser humano se indaga desde sempre, justifica-se como uma extensão da temática sobre teorias e também por estar intrinsecamente relacionada com a Cosmologia. Vemos na maioria das respostas que os alunos, literalmente, consideram-na como uma expressão de que o Universo se originou de uma “grande explosão”. Um dos

	<p>Entendimento sobre o que foi o “Big Bang”</p>	<p>estudantes escreveu que se trata de uma "teoria do início da Terra", sem mais explicações. Um outro a pôs como “uma opinião sobre o início do Universo”. Um terceiro diz que “é contra essa teoria” e demais controvérsias. Apenas um dos alunos respondeu de maneira mais conforme com o que os cosmólogos compreendem: “Sobre o Big Bang eu entendo que foi uma ‘grande expansão’ e a partir dele surgiu o Universo.”</p> <p>No texto de apoio 1, procuramos discutir com mais profundidade esse assunto. De acordo com Marcelo Gleiser (2006) apesar da sugestão do nome, o Big Bang não foi de fato uma explosão, mas sim “uma grande expansão (por razões desconhecidas) de um ínfimo ponto do espaço, chamado de singularidade, com densidade e temperatura infinitamente altas”.</p>
<p>Conhecimentos prévios – primeira parte do questionário – perguntas abertas</p>	<p>Imagens do Universo, estrutura e composição</p>	<p>Questões relacionadas com o porquê de o espaço apresentar-se escuro, o que é uma galáxia e as diferenças entre os diferentes corpos celestes que permeiam o universo são tratados aqui. Respostas teológicas foram dadas quando um dos estudantes responde que a escuridão do espaço é mais uma “criação de Deus”; outra mais lógica, apresenta uma explicação baseada no movimento de rotação da Terra: “Porque quando a terra gira um lado fica luminoso e o outro escuro.” Em uma outra resposta o aluno, tomando como referência unicamente uma estrela, no caso o Sol, escreve que “por ser tão amplo e sem ter um ‘lugar’, a luz do Sol não se concentra em uma só região”. Essas respostas evidenciam desconhecimento das reais dimensões do universo observável e foram postas à discussão intencionalmente com a finalidade de avaliar a percepção dos estudantes acerca disso. Quanto a essa questão, apenas um aluno respondeu de forma correta, considerando a origem do Universo a partir de um começo, ao escrever que “a escuridão do espaço se deve primeiramente ao fato de que nosso universo teve um começo, ou seja, ele não é infinito como muitos pensam, de modo que não há estrelas em todas as direções.” Com relação à estrutura do Universo e sua composição, a maioria das respostas estão conformes ao que se entende em torno do que seja uma galáxia como um “conjunto de estrelas” ou “um grande sistema gravitacionalmente ligado, que consiste de estrelas.” Vê-se também a curiosidade em relação a alguns corpos celestes como a diferença entre “meteoro” e “meteorito”, “cometas”, como o de Halley; “asteroides” e “estrelas”. O texto de apoio 3 empregado nas aulas da UD com a temática dos corpos celestes vêm em auxílio do professor para esclarecer e sanar dúvidas acerca desses astros. Ele relaciona os diferentes tipos de objetos celestes e suas respectivas designações, descrevendo-os brevemente em suas propriedades e características, partindo dos escritos do físico Marcelo Gleiser. Além disso, apresenta o dramático ciclo de “vida” das estrelas.</p>

	Conhecimento de personalidades dedicadas ao estudo do Universo	O físico Marcelo Gleiser é citado duas vezes. Stephen Hawking (3 vezes), Albert Einstein (4 vezes) e Isaac Newton (7 vezes). Aristóteles, Johannes Kepler e Galileu Galilei também foram lembrados. É provável que essas referências tenham alguma ligação com outras disciplinas (como filosofia ou História) e contato com outras mídias como documentários, filmes ou séries.
	Interpretação de textos de caráter científico	Essa pergunta teve por objetivo avaliar o nível de interpretação dos estudantes diante de textos mais técnicos ou mais elaborados. Percebe-se que a maioria das respostas se aproxima bastante com o que o autor quis transmitir em seu texto.

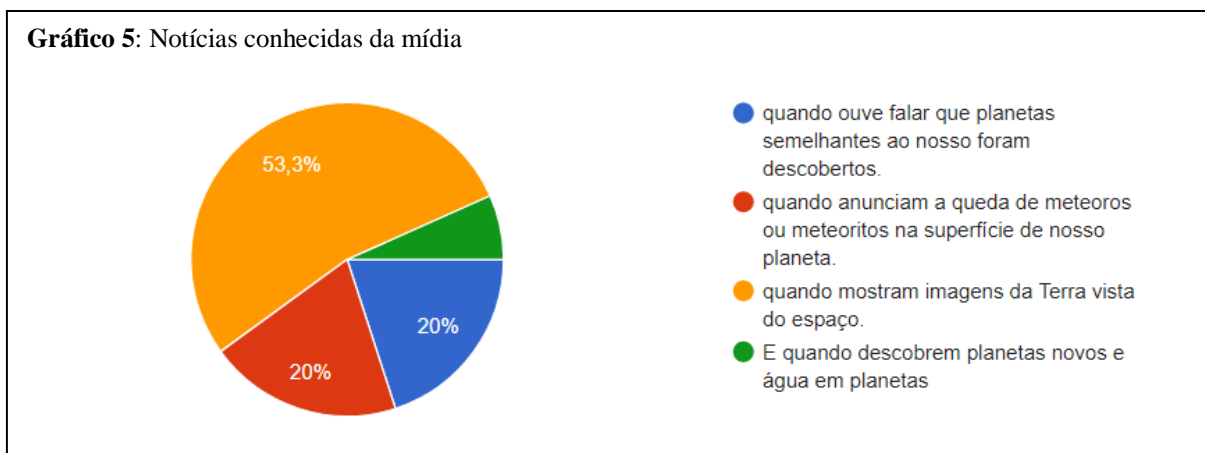
Fonte: elaborado pelo autor (2021)

Analisemos agora as perguntas fechadas pertencentes a esse primeiro questionário.

5.2 CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS: PERGUNTAS FECHADAS

Para facilitar a compreensão dos dados produzidos, as informações serão apresentadas de acordo com o número da questão, uma a uma, seguido dos gráficos e considerações.

Questão 06: Que notícias você conhece na mídia que mostram o conhecimento da Física como componente cultural e dependente do contexto social, econômico e até político das nações implicado nas descobertas de astrônomos por todo o mundo?



Fonte: arquivo do pesquisador (2021)

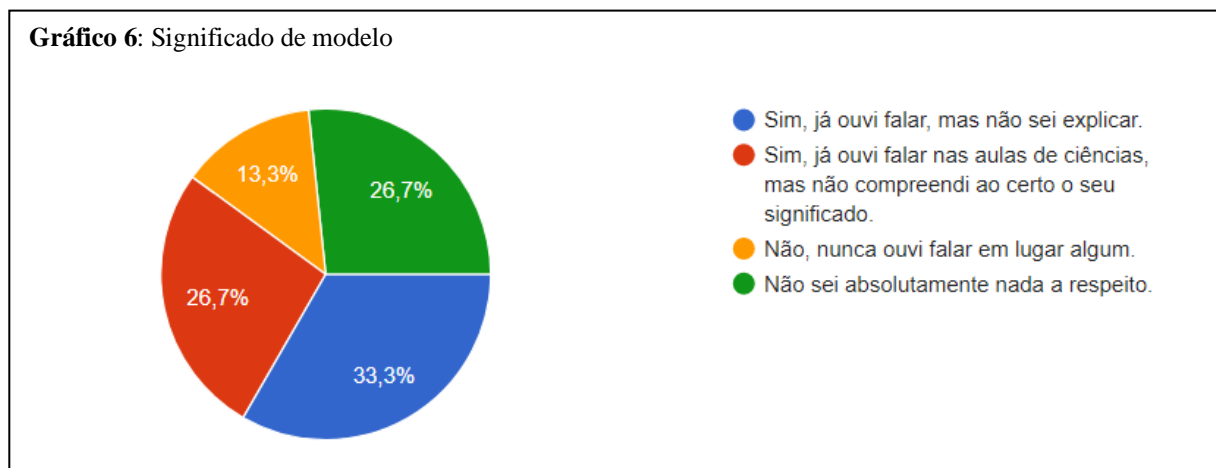
Considerações: As respostas a essa pergunta revelam a curiosidade dos alunos em saber como é a Terra vista do espaço. É provável que elas se justifiquem pelo fato de que muitos de nós,

embalados em nossos sonhos de infância, em algum momento manifestamos esse desejo de viajar para fora do planeta ou pensamos em ser astronautas.

Já dizia o cientista estadunidense Carl Sagan (1934-1996) que “toda criança é uma cientista nata, e então nós arrancamos isso delas”, referindo-se à forma como a educação formal e a perspectiva adulta podem ser danosas para a imaginação e curiosidade dos pequenos – elementos essenciais para a exploração científica e seu desenvolvimento integral.

Neste contexto, mais do que somente apresentar conteúdos curriculares, a escola tem um papel decisivo para estimular o gosto pela Ciência. E sabendo do fascínio que os fenômenos e corpos do Universo costumam despertar entre crianças e adolescentes, a Astronomia desponta como um caminho de enorme potencial para essa aproximação.

Questão 09: Sabe o significado de 'modelo' conforme o uso empregado na Ciência (notadamente na Física)?



Fonte: arquivo do pesquisador (2021)

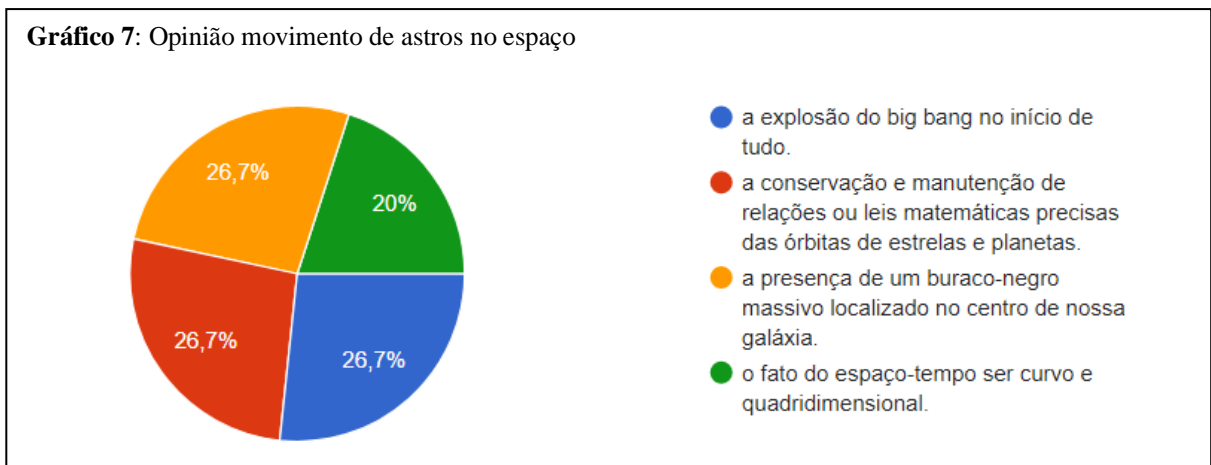
Considerações: O destaque a essa questão está relacionado à importância do debate em torno do significado de modelo e de sua recorrência nos estudos cosmológicos. Por isso sua ênfase logo no início da pesquisa com as turmas participantes, uma vez que o entendimento do que seja um modelo estaria presente em todo o trabalho.

Vemos das respostas obtidas que a maioria dos estudantes “já ouviu falar”, mas “não sabem explicar” ou “não compreendem o seu significado”. Seria então, necessário, que no decorrer das aulas a compreensão do termo, tal como empregado em Ciência e na Física, pudesse ficar mais claro; traduzindo-o de uma forma o mais simples possível, já que seu aprofundamento exigiria um nível de estudo que escaparia aos objetivos da pesquisa.

Sabe-se que, apesar do amplo consenso da importância dos modelos, não há, na área da educação científica, uma definição única de modelo. Um dos motivos para isso reside na própria filosofia da ciência, campo no qual também esse conceito é entendido de diferentes formas (MACHADO e BRAGA, 2020).

De acordo com Machado e Braga (2020), alguns autores têm defendido que a essência dos modelos na Ciência seria justamente seu papel de relacionar as teorias com a realidade a que elas se referem. Dentre eles, um autor que explora de forma bastante detalhada essas relações é o físico e filósofo Mário Bunge (1919-2020). Sendo um realista⁴⁰, Bunge situa os modelos científicos como entidades fundamentais na busca por compreender conceitualmente a realidade (BUNGE, 2008). Eles desempenhariam um papel de mediadores, à semelhança do que foi proposto mais tarde por Morgan e Morrison (1999), entre a realidade e a teorização.

Questão 10: Em sua opinião, o que melhor explicaria a regularidade observada no movimento de todos os astros no espaço?



Fonte: arquivo do pesquisador (2021)

Considerações: Para essa pergunta, as respostas se equilibram. Provavelmente estes resultados tenham sido obtidos em vista das alternativas que carregam expressões familiares aos alunos como “explosão do big bang”, “leis matemáticas precisas”, “buraco-negro” ou “espaço-tempo”. A discussão da resposta correta (segunda alternativa), porém, teve por finalidade reforçar a relação existente entre a Física e a Matemática.

⁴⁰ O **realismo científico** descreve a ciência a partir do seu objetivo e de suas conquistas, afirmando que teorias científicas são criadas para descrever com veracidade entidades (observáveis e inobserváveis) e fenômenos que ocorrem no universo, considerando-os independentes da nossa capacidade de descobri-los. Além disso, a ciência seria capaz de construir conhecimento. De acordo com os realistas, as teorias científicas não são apenas instrumentos, mas também descrições do mundo ou de certos aspectos do mundo (BUNGE, 2008).

Apesar da pesquisa não relacionar os modelos cosmológicos com o rigor exigido em seus modelos matemáticos, o que implicaria abordar matemática avançada, notadamente teoremas do cálculo; procuramos, no decorrer do curso, chamar a atenção dos estudantes para a importância da Matemática na descrição de fenômenos físicos relacionados às interações entre os corpos celestes (Astrofísica) e entre estes e o “tecido espaço-tempo”.

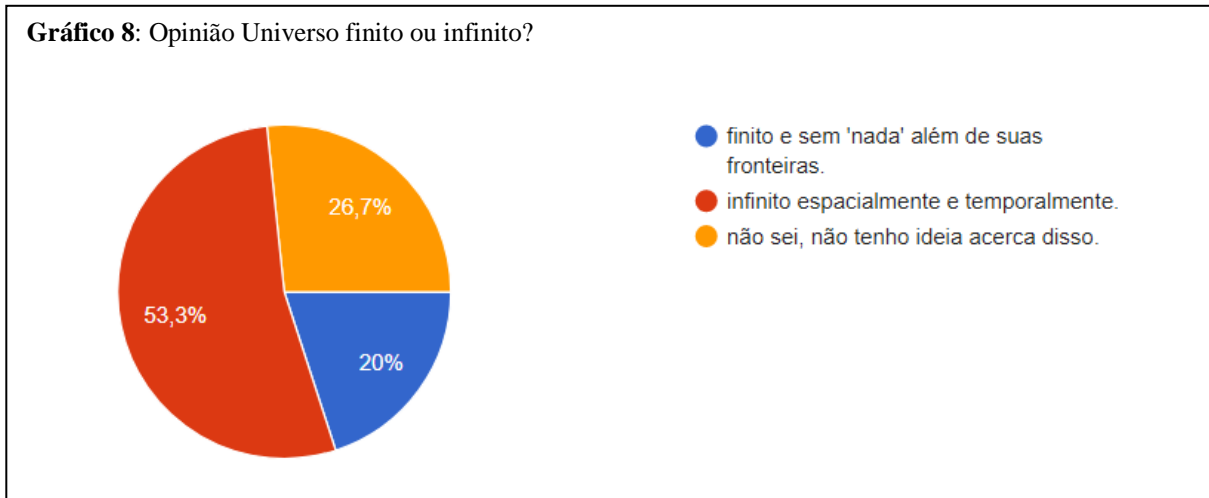
De fato, muitos cientistas e filósofos se debruçaram sobre esta questão, como por exemplo Einstein ou Richard P. Feynman⁴¹. Para Galileu, o universo está escrito em linguagem matemática e Paul Dirac (1902 – 1984) chegou a mencionar que Deus seria um matemático do mais alto nível (KARAM, 2012). Uma das opiniões mais radicais sobre o tema é dada pelo físico húngaro Eugene Wigner (1902 – 1995) quando defende que:

O “milagre da aplicabilidade da linguagem matemática para a formulação das leis da física” é uma dádiva maravilhosa a qual nós não entendemos nem merecemos. Nós devemos agradecer por ela e esperar que a mesma permaneça válida no futuro e que ela ampliará, para melhor ou pior, para nosso prazer, e até mesmo para nosso espanto, nosso entendimento sobre o mundo (WIGNER, 1960, p.14, tradução livre, grifos nossos).

Apesar dessas manifestações de deslumbramento e atribuições divinas, muitos filósofos, porém, se posicionaram em relação ao tema de aplicação da linguagem matemática, considerando-a séria questão de investigação e expressando uma posição contrária a supostas “dádivas” incompreensíveis. É o caso, por exemplo, de Zahar (1980, *apud* KARAM, 2012, p. 25) que diverge da tese da incompreensível efetividade da Matemática, argumentando que “a harmonia entre Matemática e Física é estabelecida forçadamente e não pré-estabelecida”. Assim, segundo ele, a chamada harmonia “não é um milagre, mas sim o resultado de um árduo processo de ajuste mútuo”.

⁴¹ “Como pode a Matemática, sendo acima de tudo um produto do pensamento humano, independente da experiência, adaptar-se tão admiravelmente à realidade objetiva?” (EINSTEIN, 1981); Ou “eu acho fascinante que seja possível prever o que irá acontecer através da matemática, a qual consiste simplesmente em seguir certas regras as quais nada tem a ver com o fenômeno original” (FEYNMAN, 1967 *apud* KARAM, 2012, p.25).

Questão 11: Em sua opinião: o Universo é finito ou infinito?



Fonte: arquivo do pesquisador (2021)

Considerações: Quanto a essa questão, a resposta já era esperada. A maioria dos entrevistados (53,3%) têm a opinião de que o Universo seja infinito, tanto no espaço como no tempo.

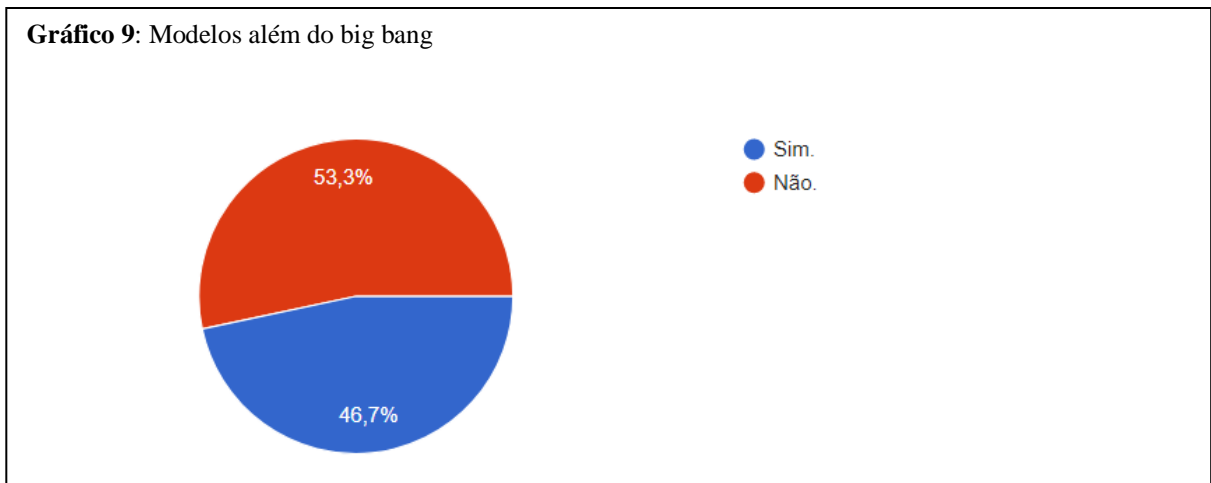
Entendemos que o senso comum considera o Universo infinito, pela razão de ser impossível imaginar-lhe um limite qualquer e porque, apesar da dificuldade com que topamos para conceber o infinito, mais fácil nos é avançar eternamente pelo espaço, em pensamento, do que parar num ponto qualquer, depois do qual não mais encontrássemos extensão a percorrer.

O físico Marcelo Gleiser nos esclarece que:

[...] hoje acreditamos viver em um Universo infinito, mesmo que nossa percepção desse infinito seja limitada pelo horizonte causal: a distância viajada pela luz desde o instante inicial, que ocorreu em torno de 15 bilhões de anos atrás. [Nessa perspectiva] o infinito, mesmo que exista fisicamente, porém, só pode ser representado através de nossa imaginação (GLEISER, 2001).

Essa questão, ademais, foi bastante discutida. A curiosidade dos estudantes durante o curso sobre o infinito do espaço, do tempo e do Universo despertou inúmeros outros questionamentos, como por exemplo: “se o Universo é finito, o que existe para além de suas fronteiras?”, ou o que “havia antes do início de tudo?”

Questão 14: Você tem conhecimento de outros 'modelos' de representação do Universo, fora aquele modelo descrito pela teoria do big bang?



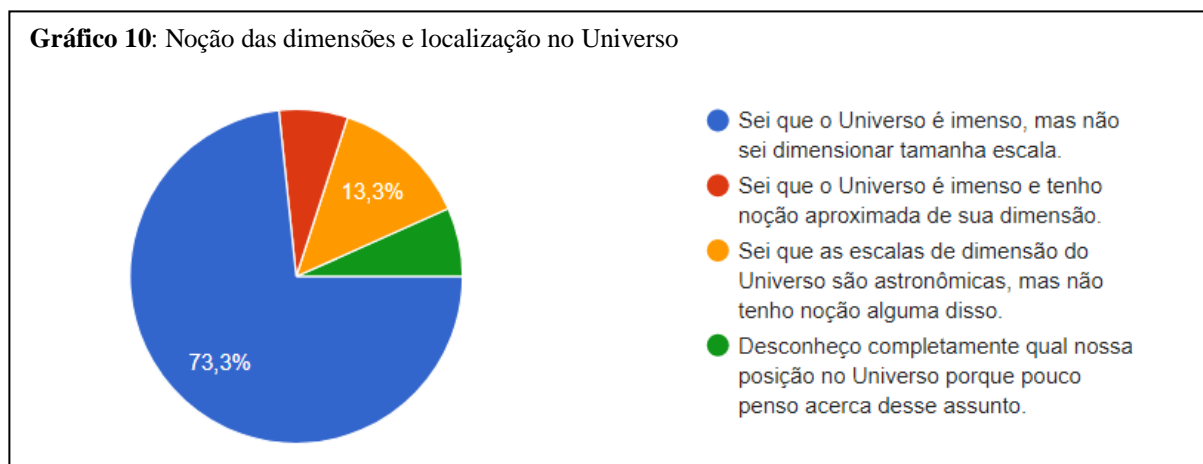
Fonte: arquivo do pesquisador (2021)

Considerações: Aqui, mais uma vez, a questão das representações ou dos modelos representativos dos fenômenos foi levantada. Este resultado se justifica em vista da divulgação que a mídia oferece ao modelo do Big Bang e de fatos a ele relacionados fazendo com que a maior parte dos alunos, e até da sociedade em geral, não tome conhecimento de outra possibilidade de interpretação para as origens do Universo.

Isto mostra que embora os estudantes tenham acesso às informações sobre algumas teorias contemporâneas, existe ainda desconhecimento das discussões que foram ou têm sido feitas acerca de modelos alternativos; ou seja, a maioria dos alunos não conhecem outros modelos que, no passado, tiveram o mesmo peso do modelo hegemônico atual. Além disso, desconhecem que ainda hoje existem vozes discordantes trabalhando com outros modelos.

O texto de apoio 2 foi elaborado com o intuito de sanar, ao menos em parte, essa deficiência, apresentando outros modelos além do modelo do Big Bang.

Questão 16: Você tem noção de seu lugar no Universo? Sabe com que tipo de escala podemos imaginar as dimensões do Universo conhecido?



Fonte: arquivo do pesquisador (2021)

Considerações: Em relação a essa questão, o resultado não surpreende. As escalas usadas no dimensionamento das imensas distâncias consideradas ao se estudar assuntos relacionados ao espaço, além da Terra, são de difícil compreensão; e isto, conseqüentemente, interfere no completo entendimento da nossa posição e lugar naimensidão do Universo conhecido.

5.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

5.3.1 Atividade 1: Leitura e interpretação

Após a análise dos dados obtidos através do questionário semiaberto sobre os conhecimentos prévios dos alunos investigados, nesta seção damos por iniciado o relato das atividades desenvolvidas e a análise dos resultados obtidos com o uso do website (PE), mediado pela plataforma educacional Google Sala de aula (Classroom).

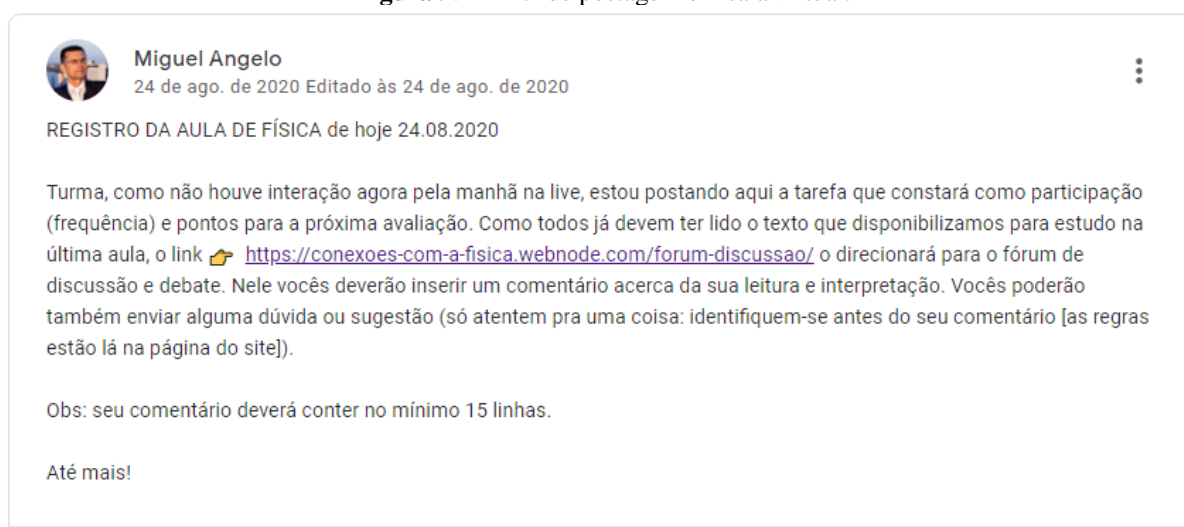
A primeira delas consistiu da participação em um **fórum de discussão** constante em uma das páginas do site que na prática funcionou mais como um “acervo de comentários, dúvidas e sugestões” sobre os textos de apoio, tornando-se muito útil para registrar a participação e compreensão dos alunos em torno dos assuntos tratados. Os alunos foram solicitados após a leitura do primeiro e segundo texto de apoio, que acessassem o site e inserissem um comentário (individual) de conformidade com algumas regras: (i) não fugir ao

tema; (ii) ter no mínimo 15 linhas; (iii) ser escrito com as próprias palavras (evitando, portanto, cópias de textos prontos da internet); e (iv) identificação: nome, turma e turno.

A tarefa teve por finalidade avaliar o entendimento do texto e interpretação dos temas abordados, fundamentando-se em algumas premissas: “o que você entendeu do texto?” “Ficou com alguma dúvida sobre algum trecho?” “Alguma outra parte lhe chamou a atenção?” “Descobriu alguma coisa que você não sabia?”

A Figura 9 apresenta um “print” da postagem da tarefa no mural da turma virtual do 1ª série A, manhã.

Figura 9: "Print" de postagem em sala virtual.



Fonte: <https://classroom.google.com/u/0/h>

Do Texto de apoio 1 “Teorias, Modelos e o Big Bang”, 29 comentários foram registrados. As respostas dadas, em sua maioria, revelam certa apropriação correta do conteúdo abordado.

Como pequena amostra, temos a Figura 10 que apresenta alguns desses comentários postados no “fórum de discussão” do website.

Figura 10: Amostra 1 de respostas em "fórum de discussão" do site.**Re:Teoria e os modelos de big bang**

data: 26/08/2020 | de: Juan Vitor Gonçalves Cavalcante Ferreira. 1B Manhã

Big Bang é a teoria cosmológica essa teoria tenta explica ás origens do universo,tenta explica como todo o universo se formou,a teoria afirma que o universo surgiu de uma singularidade que se expandiu e está expandindo-se a mais de 13 bilhões de anos.A teoria foi proposta pela primeira vez pelo astrônomo e padre jesuíta Georges ele a chamava de "hipótese do átomo primordial".Posteriormente essa teoria foi desenvolvida pelo físico russo George Gamov uma de suas sugestões é que a formação dos núcleos atômicos (nucleossíntese) dos primórdios do universo seria deixar como rastro uma radiação detectável,em faixa das micro-ondas.

[responder](#)

O que eu entendi sobre a teoria.

data: 26/08/2020 | de: Júlio Gomes De Alvarenga Neto 1 Ano C Manhã.

Eu entendi que o texto fala sobre uma teoria sobre o bigbang que é uma tentativa de explicar como o universo em que vivemos surgiu e , afirma que o universo que vivemos surgiu a partir de uma singularidade que se espalha por 13,8 bilhões de anos.A teoria foi proposta em 1920 por Georges-Henri LAMAÎTRE.

[responder](#)

Teoria e Big Bang

data: 27/08/2020 | de: Alessandro César Costa Guimarães 1 ano A manhã

Primeiro vou falar da teoria que é algo que a gente pensa que não foi 100% comprovado mas na ciência a teoria é uma hipótese que são testada, que tem muitas evidências e são validas, provando que a teoria é só uma teoria só que bem comprovadas

Sobre o big Bang as pessoas pensam que foi uma explosão por causa do seu nome "Grande explosão" mas na real foi uma grande expansão do infinito ponto do espaço chamado de singularidade, a primeira pessoa que fez essa teoria foi Georges-Henri Lemaître em 1920

[responder](#)

Teorias, modelos e o Big Bang

data: 28/08/2020 | de: Marcos Vinicius 2 Ano A Manhã

Bom pelo o que entendi do texto, se trata de explicação de como ocorreu em teoria, a criação do universo. Todos nós sabemos que existem duas teorias certo? Bom a religiosa e a científica não entrar em detalhes mais, eu acredito que a científica tenho ocorrido sim! Bom voltando... o Big bang mais é do que o começo de tudo, a criação de tudo, foi a partir dele que temos tudo o que conhecemos hoje, tempo, espaço, gravidade enfim... se trata de não só apenas de uma criação, mais sim de uma expansão de tudo, de conhecimento, de matéria, etc. Foi o que eu entendi, esse foi meu ponto de vista!!

[responder](#)

Fonte: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/forum-discussao/>

Diante dos resultados, podemos afirmar que parte do objetivo foi alcançado, pois os alunos compreenderam os conceitos, apesar de a maioria afirmar ter sentido dificuldades em escrever suas respostas. Este resultado condiz com o que Leite e Almeida (2001) apresentam em sua pesquisa: a baixa capacidade dos alunos em interpretar corretamente vocábulos em contexto científico.

Porém, com a utilização de instrumentos e signos que consigam aproximar o indivíduo de fatos ausentes, chegará um momento em que essas situações não familiares começarão a ter significado e as representações evoluirão para atividades psicológicas superiores. Reforça Miranda (2005) que:

[...] pode-se inferir que a memória mediada facilita a lembrança do conteúdo a ser recuperado, reportando-se a objetos e fatos ausentes e, assim, favorecendo de forma significativa o aprendizado. Transpondo para a situação de ensino/aprendizagem, os conteúdos escolares precisam ser contextualizados, ou seja, ricos em referenciais que representem a realidade (MIRANDA, 2005, p. 21-22).

Quanto ao texto de apoio 2, “Teorias Cosmológicas Contemporâneas”, 10 comentários foram postados. Destes, segue abaixo na Figura 11 uma pequena amostra de quatro participações.

Figura 11: Amostra 2 de respostas em "fórum de discussão" do site.

teorias cosmológicas contemporâneas

data: 30/09/2020 | de: joyciana andrade do nascimento 2b tarde

o que eu entendi sobre o texto e que procura fazer vários questionamento sobre o universo, acredito que o universo sim e infinito assim como as estrelas que estão sempre distribuídas aleatoriamente,mas o glordano Bruno tendo justificar a existência de um universo infinito, povoado por um numero infinito de mundo como o nosso tanto a entender na existência de multi versos newton mudou radicalmente essa situação com o universo infinito e aberto, onde o texto questiona a própria criação desse universo.

[responder](#)

teorias cosmológicas contemporâneas

data: 30/09/2020 | de: Joyciane Andrade do Nascimento 2b tarde

achei bem interessante mas o que me chamou atenção foi a teoria sobre o universo eterno em expansão. essa teoria cosmológica sem um evento de criação, sobre o universo que era infinitamente velho. como explica melhor essa diminuição da densidade de matéria e sobre obtemos a taxa absurdamente minuscula de três átomos de hidrogênio por metro cubico a cada milhões de ano e como funciona a criação de matérias de forma espontâneas

[responder](#)

Teorias Cosmológicas Contemporâneas

data: 24/09/2020 | de: Francisco David Borges da Silva 2A Manhã

Eu entendi sobre esse assunto "Teoria Cosmológico Contemporâneas" que há vários modelos científicos de criação que repetem certas ideias presentes nos mitos. Mas o que me chamou muita atenção foi que os cientistas da época, um dos fenômenos ordinários do dia-dia, a escuridão do céu, continuava a ser um grande mistério. Por isso a solução final para o paradoxo de Olbers tinha que esperar pela descoberta que o universo teve um início e portanto tem uma idade finita. Lógico que todo mundo sabe que o universo é infinito e magnífico, mas Eistein não gostava da noção de um universo infinito com matérias finitas. Ele acreditava que o universo espacialmente finito era muito natural sobre a teoria da relatividade no seu ponto de vista.

[responder](#)

TEORIAS COSMOLÓGICAS CONTEMPORÂNEAS.

data: 30/09/2020 | de: Carlos André da Silva Penha 1ºAno A Tarde.

Bem pelo o que eu entendi a Cosmologia é a ciência que estuda o Universo na sua estrutura, composição, origem e evolução, é um assunto que desperta a curiosidade das pessoas. Vou falar sobre O Universo Estático sobre isso eu sei que, é um modelo cosmológico no qual o Universo é temporalmente e espacialmente infinito o espaço não se contrai e nem se expande. Tal Universo não tem curva espacial, isto é, ele é plano. Será se alguém já parou para pensar Por que para Einstein o Universo era Estático? Fica a pergunta. Outro assunto O Universo em Expansão sobre isso eu acredito que o Universo está se expandindo e todos os pontos do Universo estão ficando mais longe uns dos outros à medida que o tempo vai passando. Não é que as galáxias e estrelas estão ficando grandes; na verdade o espaço entre os objetos é que está se expandindo com o tempo. Estou sem dúvidas sobre o tema. O trecho que chamou minha atenção foi "O modelo do estado estacionário não pode oferecer uma explicação plausível para esse fenômeno e teve de ser abandonado". Meu objetivo é conhecer mais sobre o assunto. Isso foi a minha visão sobre o tema! .

[responder](#)

Fonte: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/forum-discussao/>

Percebe-se nestes comentários que os alunos construíram suas próprias respostas, buscando argumentos a partir do texto em torno do que mais lhes chamaram a atenção.

O “fórum de discussão”, num primeiro momento, teve por finalidade, portanto, permitir que o aluno reavaliasse seus conhecimentos iniciais, possibilitando que ele diferenciase o que sabia antes e o que passou a compreender após a leitura do texto, realizando assim a vinculação entre as informações do texto e o conteúdo estudado, além de sintetizar as principais ideias/informações do texto.

5.3.2 Atividade 2: Pausa para uma reflexão do texto de apoio 2

Outra atividade de leitura e interpretação aplicada junto às turmas, intitulada “Tarefa 'pausa para uma reflexão' do texto de apoio 2”, na forma de questionário online com perguntas abertas e com a mesma finalidade do fórum de discussão, objetivou refletir sobre as principais ideias do texto, além de oferecer uma pausa na leitura tendo em vista a extensão do texto (o texto de apoio 2 é um pouco mais denso que os outros e mais longo).

Esta atividade, proposta no terceiro encontro, aulas 5 e 6 e composta por cinco perguntas, foi respondida por 31 estudantes e está representada no Quadro 13 que mostra as perguntas e algumas das respostas mais significativas.

Quadro 13: Amostra respostas de questionário online referente ao texto de apoio 2.

Diante dos primeiros modelos de Universo apresentados no texto, o que sugere a nossa intuição diante de algumas questões primordiais:	
Perguntas	Respostas mais significativas
01. O universo pode ser infinito? (Exponha seus argumentos fundamentando-se no texto)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “Sim, pois com esse modelo no universo pode haver milhões de galáxias”. ▪ “Sim, um universo infinito com um número infinito de estrelas distribuídas”. ▪ “Não, porque a matéria do Universo é finito”. ▪ “Sim, com bases nas variadas teorias do texto”. ▪ “Sim, pois ele é povoado por um número infinito de mundos como o nosso e ele tem um número infinito de estrelas. Em outras palavras, só podemos ver aquelas partes cuja luz teve tempo de chegar até nós desde o início do universo”. ▪ “Sim...por nunca encontrar o fim”. ▪ “Pode. Até porque até hoje ninguém conseguiu achar o fim... até hoje é desconhecido pra todos e ainda pode ter muita coisa que ninguém viu”. ▪ “Não, um dos que não defendiam essa ideia era Einstein. Ele acreditava que seria mais natural um universo finito sob a sua teoria da relatividade geral; já um que defendia era Newton que acreditava num universo infinito e aberto, pela ação conjunta da gravitação e da ‘interferência divina’.” ▪ “Não é algo comprovado, o que existem são apenas teorias de que existe essa possibilidade”.

<p>02. Mas se teve um começo, poderá ter um fim? (Argumete de conformidade com o que foi exposto no texto até a pag. 7)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “A teoria mais aceita acerca do Universo entre os cientistas é de que ele está em constante expansão, contudo, há possibilidade de que um dia ele possa chegar ao fim”. ▪ “Não, pois não temos noção do tamanho do universo...”. ▪ “A ideia essencial é que nosso universo não é tudo o que existe, mas parte de uma entidade muito maior, o multiverso”. ▪ “Sim, porque quanto mais o Universo se expande mais velho se torna”. ▪ “Não. Em 1948, Thomas Gold e Hermann Bondi, publicaram que antes mesmo do que a gente costuma chamar de ‘início’, o Universo já era infinitamente velho...”. ▪ “Alguns cientistas argumentam que o Universo é finito, porém outros dizem que é infinito. Contudo, ‘nunca saberemos se o Universo é infinito’.” ▪ “As teorias mais aceitas sobre o Universo entre cientistas é de que ele está em constante expansão. Todavia, há possibilidade de que um dia isso possa acabar”. ▪ “Pelo o que foi dito, alguns fenômenos (o céu noturno escuro) ainda não explicados, fizeram os cientistas pensarem uma teoria de que o universo teve um início e por isso tem uma idade finita”. ▪ “Ainda não há explicação definitiva para a expansão do Universo, mas se sabe que a distância entre as galáxias está aumentando”.
<p>03. Pra você, qual dos modelos apresentados é mais plausível (ou seja, mais admissível, aceitável, razoável)? Justifique o seu parecer.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “O universo eterno e em expansão, onde a mesma quantidade de matérias ocupa volume cada vez maior”. ▪ “A hipótese dos ‘universos-ilha’: a via láctea é apenas uma galáxia a mais em um vasto universo”. ▪ “A de Einstein, porque todos os pontos do Universo são essencialmente indistinguíveis”.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “O modelo do ‘Universo Eterno e em expansão’ de Thomas Gold e Hermann Bondi, por conta dos estudos apresentados de que quanto mais antigo o Universo for, menos denso ele vai ficando, ou seja, facilitando os estudos sobre ele”. ▪ “A melhor teoria é de que o mundo está em constante expansão; apesar disso, há possibilidade que um dia ele possa acabar”. ▪ “O Universo Eterno e em Expansão, pois acredito na teoria de que quanto mais velho, portanto, for o Universo, menos denso ele será: ‘uma característica típica dos modelos cosmológicos evolucionários’.”
<p>04. Por quais motivos o modelo de universo de 'estado estacionário' foi abandonado?</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “Mostrou-se insustentável pelas evidências astronômicas”. ▪ “Walter Baader, alemão, usando o telescópio de duzentas polegadas do observatório de monte palomar mostrou que a estimativa que Hubble fizera da idade do universo estava incorreta devido a problemas em suas medidas de distância”. ▪ “Por causas de problemas como erros de medidas e cálculos”. ▪ “Por que não poderia existir um universo estático e finito com uma densidade de matéria constante”. ▪ “Por que não se acreditava que o universo era estático”. ▪ <u>“Por diversos motivos, desde cálculos errados até uma "não explicação". Quando foi descoberto que o Universo é permeado por uma radiação de corpo negro composta de fótons muito frios, o modelo do estado estacionário não pôde oferecer uma explicação plausível para esse fenômeno e teve de ser abandonado” [grifos nossos].</u>
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ “Como a maioria das pessoas em 1917, Einstein não via nenhuma razão para postular um Universo dinâmico, ou seja, um Universo que evolui temporalmente. Sem dúvida, ele estava a par da existência de movimentos em escalas astronômicas relativamente pequenas,

<p>05. No texto lê-se que "(...) Inicialmente, Einstein não aceitou a possibilidade de universos dinâmicos". Ele escreveu para um ex-meteorologista russo chamado Aleksandr Friedmann, argumentando que suas soluções descrevendo universos em expansão eram incorretas, devido a erros de cálculo. No entanto, rapidamente percebeu-se que o próprio Einstein era quem havia cometido um erro de cálculo. Ele publicou um artigo de sua autoria no mesmo jornal especializado em que Friedmann tinha publicado o seu, explicando seus erros e chamando as soluções de Friedmann de "clarificadoras". Mais tarde, Einstein iria escrever que a inclusão da constante cosmológica nas equações da relatividade geral [havia sido] "sua maior burrice!</p> <p>Por qual motivo (ou por quais motivos) a inclusão dessa constante em suas equações foi considerada por Einstein "sua maior burrice"? Que relação tinha essa constante com a expansão do Universo?</p>	<p>como, por exemplo, o movimento local de estrelas. Mas esses movimentos não indicavam uma tendência global ou coletiva em escalas maiores".</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ “Pois nem mesmo ele sabia o quão vasto poderia ser o universo, assim fazendo com que errasse de maneira deplorável...”. ▪ “Ele errou os cálculos...”. ▪ “Por que Einstein não aceitou a possibilidade de universos dinâmicos”. ▪ “Por conta do erro de cálculo, pois era isso que iria determinar a expansão”. ▪ “Porque Einstein não aceitou a possibilidade de universos dinâmicos. Ele escreveu para Friedmann argumentando que suas soluções, descrevendo universos em expansão eram incorretas, devido a erros de cálculo”. ▪ <u>“Einstein não concordava com a ideia de que um universo infinito tivesse uma quantidade finita de matéria. Ele acreditava que o Universo era espacialmente finito... era muito mais natural sob o ponto de vista de sua teoria da relatividade geral, dizer que "sua maior burrice" foi direcionada a este episódio. De modo a consolidar sua teoria, Einstein formulou um princípio cosmológico que afirmava que, ‘em média, todos os pontos do universo são essencialmente indistinguíveis e isotrópicos’.” [grifos nossos].</u>
---	---

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

Deste quadro, depreende-se algumas considerações que abordaremos a seguir, enumerando as questões e expondo a análise geral das amostras de respostas contempladas.

Questão 1: O universo pode ser infinito? (Exponha seus argumentos fundamentando-se no texto).

Novamente levantamos esse questionamento, desta vez, porém, após a leitura e interpretação, por parte dos alunos, em torno das ideias contidas no texto de apoio 2.

No texto contrapomos as duas teorias em voga na época, em 1917: a do Universo estático ou estacionário e a do Universo eterno e em expansão.

Partindo da concepção de Newton que propunha um Universo infinito e aberto, passando por Edmund Halley e Kepler que argumentavam que um Universo infinito com um número infinito de estrelas estaria sempre inundado de luz, de noite e de dia (o que não se observa realmente); considerando-se ainda neste contexto o que ficou conhecido como o paradoxo de Olbers que explorava o fato do céu noturno, em contrapartida, mostrar-se sempre escuro; até chegar em Einstein que postulava um Universo espacialmente finito, muito mais natural sob o ponto de vista de sua teoria da relatividade geral; para alcançar em 1948, as teorias de um Universo eterno e em constante expansão de Thomas Gold e Hermann Bondi; o texto instigou os alunos participantes a confirmar ou reconsiderar o que escreveram em suas concepções prévias.

Vemos no Quadro 13 que a resposta “sim, o Universo é infinito” se sobrepõe à concepção de que o Universo seja finito, o que reforçou a intuição, através dos argumentos apresentados no texto, do que os estudantes aceitavam como certo. Destas, porém, somente três respostas apontam para o que vem claramente expresso no texto: o fato de que na natureza conhecemos apenas aquilo que medimos e que devemos separar o que existe dentro do nosso horizonte, que podemos conhecer, do que potencialmente “existe fora”, que não podemos conhecer (GLEISER, 2014).

Ainda de acordo com Gleiser (2014),

o fato de a geometria cósmica ser [praticamente] plana sugere que o espaço continue além do nosso horizonte, talvez até mesmo ao infinito, mesmo que não possamos estudar o que ocorre “lá fora”. Sendo assim, por que não estender nossa definição de Universo ao espaço possivelmente infinito que existe além do horizonte?

Nesta perspectiva, uma dessas respostas mais se destaca: justamente aquela em que um dos estudantes escreve com base no argumento de um Universo com limites de observação em que “só podemos ver aquelas partes cuja luz teve tempo de chegar até nós desde o início do universo.”

Questão 2: Mas se teve um começo, poderá ter um fim? (Argumente de conformidade com o que foi exposto no texto até a pag. 7).

Essa questão reforça a anterior, considerando o problema da origem do Universo.

Das amostras em destaque no Quadro 13 referentes a essa pergunta, observa-se um correto entendimento do que foi abordado no texto sobre o assunto. Expressões como “há

possibilidade”, “existe essa possibilidade” ou que “não há explicação definitiva para a expansão do Universo” denotam que os estudantes perceberam que a questão continua ainda em aberto.

No reforço a esta concepção, podemos destacar o seguinte trecho presente no texto de apoio 2 e de conformidade com o que pensa Gleiser (2014): “É perfeitamente possível que um universo infinito contenha nosso Universo, mas não podemos confirmar isso de forma definitiva”.

Questão 3: Pra você, qual dos modelos apresentados é mais plausível (ou seja, mais admissível, aceitável, razoável)? Justifique o seu parecer.

Com relação a essa questão, mais pessoal, os alunos participantes deveriam opinar, justificando sua resposta com base no texto. Das amostras de respostas obtidas, quatro delas consideram o modelo de um Universo eterno e em expansão o mais razoável e apenas uma, a dos “Universos-ilha”.

Essas respostas acerca do que seja o infinito eram esperadas, uma vez que a mente humana não está preparada para lidar, de antemão, com um conceito tão abstrato quanto o de infinidade. O texto de apoio 2, por outro lado, procura refinar a discussão, trazendo informações a respeito disso, fundamentado no que os astrofísicos hoje apontam como fato a partir das evidências observacionais.

Questão 4: Por quais motivos o modelo de universo de 'estado estacionário' foi abandonado?

Essa questão, uma vez mais, procura reforçar a habilidade de interpretação textual tão presente nos novos documentos estabelecidos na BNCC que enfatizam um ensino por competências, no lugar de um ensino fortemente focado em conteúdos programáticos (BNCC, 2019). Em Física, por exemplo, os estudantes são constantemente desafiados a ler, contextualizar, e realizar a interpretação dos enunciados de diversos tipos de problemas para poder resolvê-los.

Nesta perspectiva, essa questão procurou reforçar essa habilidade impelindo as turmas a se esforçarem em compreender as ideias centrais do que estava sendo discutido no texto de apoio 2.

Das amostras de respostas obtidas pra essa pergunta e constantes do Quadro 13, percebe-se que a maioria dos estudantes foi bem sucedida, exceção feita a algumas respostas (que não foram aproveitadas) tendo em vista a precariedade com que foram escritas.

Assim, das respostas do Quadro 13, a última (em destaque) é a que está perfeitamente de acordo com o que vem escrito no texto.

Questão 5: Por qual motivo (ou por quais motivos) a inclusão da constante cosmológica nas equações de Einstein foi considerada por ele "sua maior burrice"? Que relação tinha essa constante com a expansão do Universo?

Pra essa questão as respostas dadas e em destaque no quadro, reforçam a análise da questão anterior.

No texto de apoio 2, lê-se que,

Inicialmente, Einstein não aceitou a possibilidade de universos dinâmicos. Ele escreveu para Friedmann, argumentando que suas soluções descrevendo universos em expansão eram incorretas, devido a erros de cálculo. No entanto, Einstein (e outros) rapidamente perceberam que era ele quem havia cometido um erro de cálculo (GLEISER, 2006).

Trecho que confirma a interpretação correta dos alunos participantes, notadamente da última resposta a essa questão em destaque no Quadro 13.

5.3.3 Atividade 3: Confeção de modelos de representação em escala do Sistema Solar

Na sequência de atividades e dando continuidade à implementação do PE, ainda no mês de setembro, optamos em desenvolver um trabalho prático de visualização do tamanho do Sol e dos Planetas do sistema solar, empregando-se uma escala adequada⁴².

Para essa tarefa, o Sol foi representado por um disco de 80,0 cm de diâmetro e os planetas por discos com os seguintes diâmetros: Mercúrio (2,9 mm), Vênus (7,0 mm), Terra (7,3 mm), Marte (3,9 mm), Júpiter (82,1 mm), Saturno (69,0 mm), Urano (29,2 mm), Netuno (27,9 mm), tomando-se o tamanho do Sol como parâmetro. Os discos que representavam os planetas, bem como o Sol, poderiam ser feitos com um compasso, sem preocupação com a escala de distância entre eles já que a atividade consistia apenas em comparar tamanhos.

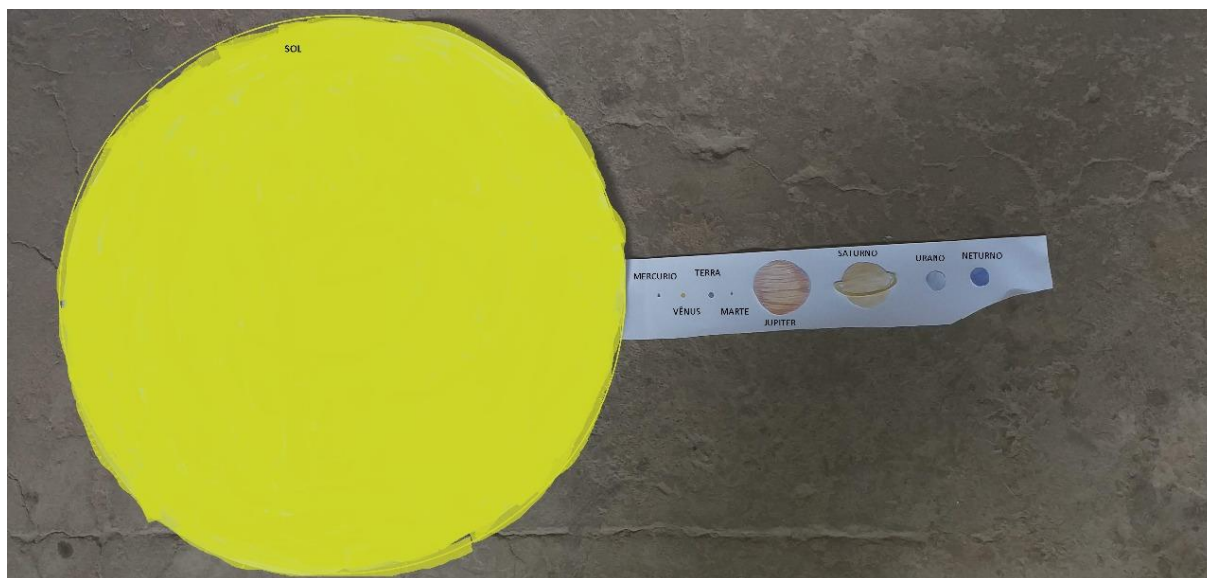
Solicitamos às turmas que, se preciso fosse, usassem duas cartolinas para poder desenhar o diâmetro do Sol ou que o desenhasse com giz numa calçada (ou no terraço de casa ou no corredor, etc) usando os valores de tamanho explicitados; colocando os planetas do

⁴² Link da atividade: <https://forms.gle/zxnPR7yY2TJuyEfh7>.

sistema solar próximos ao disco do Sol e escrevendo os nomes de cada um. A tabela que acompanhava o formulário da atividade fornecia uma noção dessas medidas em quilômetros. Dessa forma eles poderiam comparar os tamanhos naturais dos astros àqueles representados no modelo. Ao encerrar a elaboração do modelo, seguindo o roteiro, eles deveriam enviar um “print” ou imagem de seu trabalho usando um campo criado no próprio formulário.

A Figura 12 traz como exemplo um desses modelos, extraído da relação dos melhores trabalhos e que se encontram postados na aba “produções” da página inicial do website (ver no link: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/products/atividades/>).

Figura 12: Modelo didático do aluno Thallyson Oliveira 2º B manhã



Fonte: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/products/atividades/>

O Sistema Solar é constituído por astros extremamente diferenciados entre si. Apresentam particularidades individuais e estão situados em órbitas bastante distanciadas umas das outras. As publicações didáticas ao tratarem deste tema, apresentam desenhos esquemáticos completamente distanciados da realidade. Os diâmetros de seus astros, bem como as distâncias entre eles são apresentados fora de escala, passando uma imagem muito aquém do que seja o nosso sistema planetário. Se fosse possível visualizarmos o Sistema Solar de longe, perderíamos a noção de seus detalhes.

Sendo assim, a melhor forma para concebermos o Sistema Solar, é caracterizá-lo em seus diferentes aspectos por meio da construção de modelos didáticos em escala. Ainda que parcialmente, os modelos induzem a uma construção mental mais adequada do sistema solar.

Apesar do esforço em deixar claro o que se pretendia, os alunos sentiram certa dificuldade em desenvolver a atividade: 14 alunos enviaram seus modelos, mas só foi possível aproveitar 4 deles, por entendermos que estes contemplavam integralmente os objetivos pretendidos.

Isto em relação a essa primeira atividade mais lúdica. Em relação à segunda e seguindo roteiro semelhante, solicitamos desta vez que as turmas elaborassem um modelo de representação das distâncias entre os planetas e destes ao Sol ⁴³.

Para essa tarefa, o estudante usaria um barbante (ou qualquer outro material) com comprimento de 700 cm (ou 7 metros!) e conforme a escala de distâncias propostas no roteiro, ao longo deste barbante, marcaria as posições de cada planeta. A figura do Sol viria em seguida (amarrando-o ou colando-o) em uma das extremidades do barbante. Depois, o desenho dos planetas (poderiam ser os da tarefa anterior) deveriam ser colados no barbante, respeitando as distâncias medidas em centímetros (ver as distâncias dos planetas e suas respectivas medidas em escala na Tabela 2). Em seguida, fixando a outra extremidade do barbante em algum lugar e esticando-o bem eles tirariam uma foto e enviariam o resultado do trabalho, seguindo o mesmo passo a passo da primeira atividade.

Tabela 2: Distância média dos planetas ao Sol em escala.

Planetas	Distância média ao sol (km)	Distância ao sol Escala: 1cm = 10 milhões de km
Mercúrio	57 910 000	5,8
Vênus	108 200 000	10,8
Terra	149 600 000	15
Marte	227 940 000	23
Júpiter	778 330 000	78
Saturno	1 429 400 000	143
Urano	2 870 990 000	287
Netuno	4 504 300 000	450
Plutão*	5 922 000 000	592

* Lembrando que Plutão não é mais considerado um planeta do Sistema Solar desde 2016.

Fonte: https://drive.google.com/file/d/1yMg9K_BM5A1Okvs5zXkE2sZwQu0G4iNM/view

⁴³ A atividade pode ser acessada no seguinte link: <https://forms.gle/DpXTxShMTvjnifEW9>.

A Figura 13 apresenta um “print” que ilustra um dos resultados alcançados.

Figura 13: Modelo didático da aluna Letícia Vitória 1º C tarde.



Fonte: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/products/atividades/>

Nesta atividade os alunos poderiam desconsiderar as dimensões dos planetas, já que as escalas de tamanho já haviam sido contempladas na tarefa anterior. De 9 modelos entregues (pois apenas 9 alunos acessaram o formulário) selecionamos 3 que se destacaram pela criatividade, organização e fidelidade à proposta da atividade (idem link: [produções ativ.2](#)).

5.3.4 Atividade 4: Protagonismo estudantil – Produção de vídeo curto

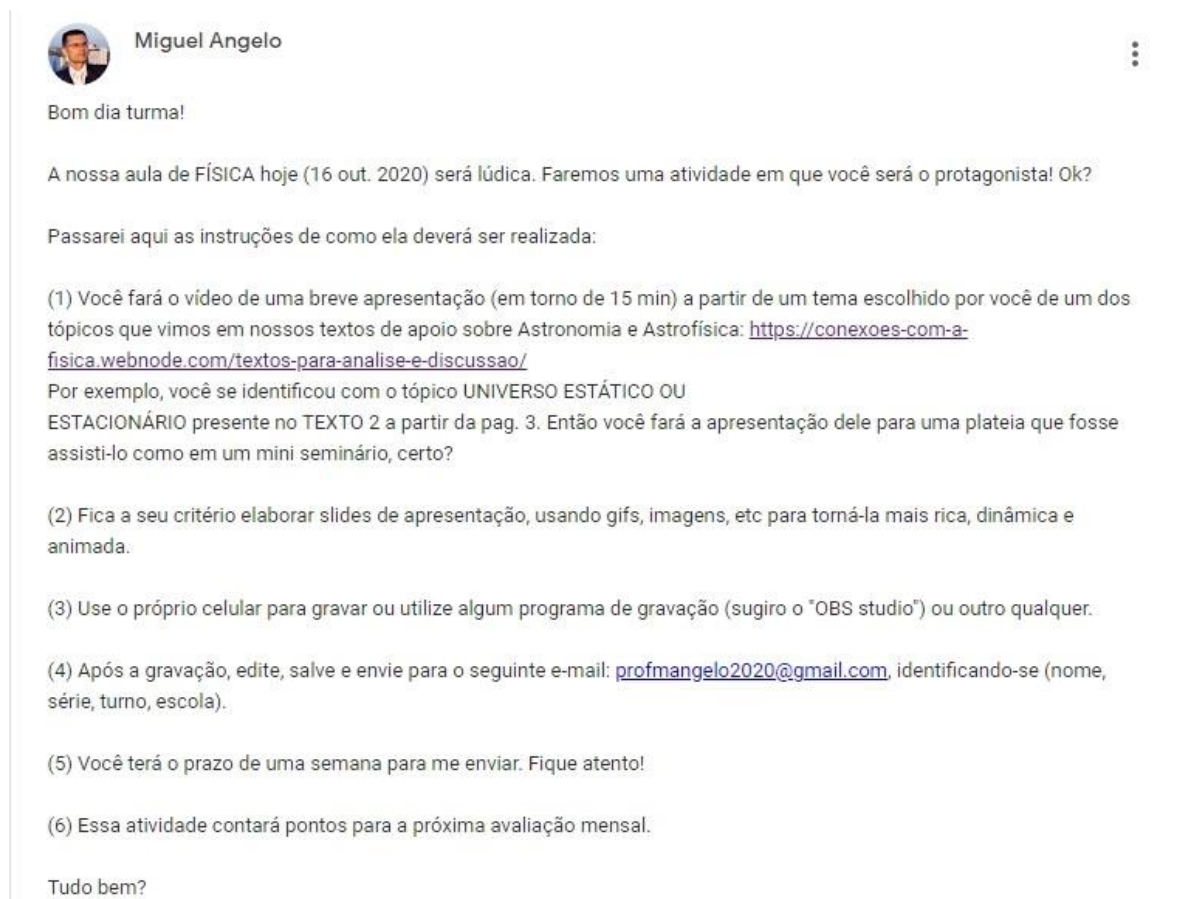
Chegando ao mês de outubro de 2020, decidiu-se em comum acordo com as turmas, encerrar as atividades de produção com uma tarefa em que cada aluno deveria se prontificar em produzir um vídeo de curta duração (cerca de 15 min) a partir da livre escolha de qualquer um dos tópicos vistos em cada um dos textos de apoio sobre Astronomia e Astrofísica da UD.


Os vídeos no formato de seminários (individuais) foram passados como tarefa pra casa e deveriam ser gravados pelos alunos e enviados remotamente para a nuvem (pra esse fim, solicitou-se o uso de algum aplicativo de armazenamento como, por exemplo, o Google drive). Coube ao professor baixá-los, selecionando os mais apresentáveis, editando-os uma segunda vez, caso fosse necessário.

Esta atividade foi aplicada e desenvolvida como uma das estratégias metodológicas do último encontro, aulas 9 e 10 (ver [Quadro 10](#)), junto a um teste de avaliação da aprendizagem (ver [Apêndice D](#)).

A Figura 14 apresenta a chamada da atividade e encontra-se postada no mural de cada uma das turmas participantes.

Figura 14: Print da chamada de atividade de produção audiovisual



 Miguel Angelo

Bom dia turma!

A nossa aula de FÍSICA hoje (16 out. 2020) será lúdica. Faremos uma atividade em que você será o protagonista! Ok?

Passarei aqui as instruções de como ela deverá ser realizada:

(1) Você fará o vídeo de uma breve apresentação (em torno de 15 min) a partir de um tema escolhido por você de um dos tópicos que vimos em nossos textos de apoio sobre Astronomia e Astrofísica: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/textos-para-analise-e-discussao/>
Por exemplo, você se identificou com o tópico UNIVERSO ESTÁTICO OU ESTACIONÁRIO presente no TEXTO 2 a partir da pag. 3. Então você fará a apresentação dele para uma plateia que fosse assisti-lo como em um mini seminário, certo?

(2) Fica a seu critério elaborar slides de apresentação, usando gifs, imagens, etc para torná-la mais rica, dinâmica e animada.

(3) Use o próprio celular para gravar ou utilize algum programa de gravação (sugiro o "OBS studio") ou outro qualquer.

(4) Após a gravação, edite, salve e envie para o seguinte e-mail: profmangelo2020@gmail.com, identificando-se (nome, série, turno, escola).

(5) Você terá o prazo de uma semana para me enviar. Fique atento!

(6) Essa atividade contará pontos para a próxima avaliação mensal.

Tudo bem?

Fonte: <https://classroom.google.com/u/0/h>

Os melhores vídeos (6 vídeos), de um total de 10 (somente 10 alunos ousaram realizar a atividade), após edição, foram postados no site e podem ser acessados no link: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/products/videos-de-apresentacao/>.

O Quadro 14 apresenta a autoria, links de acesso e o tema escolhido por cada um dos estudantes cujos vídeos foram selecionados.

Quadro 14: Autoria, links de acesso e tema dos melhores trabalhos audiovisuais.

Nº	Autoria	Link de acesso no Youtube (formato não listado)	Tema escolhido
1	aluna K. S. M. 2º A tarde	https://youtu.be/3tpBYuPYcgw	Síntese do tópico “Inventando Universos” do texto de apoio 2.
2	aluna A. V. 2º A tarde	https://youtu.be/ex5YI7ZAPkQ	“Teorias, modelos e o Big Bang” constante do texto de apoio 1.
3	aluna D. A. S. 1º C manhã	https://youtu.be/FTk-aT9leRY	“A teoria do Big Bang” do texto de apoio 1.
4	aluno F. D. 2º A manhã	https://youtu.be/WkvQecWbmSs	“Catálogo de Corpos Celestes: o Cosmo às escuras”, fundamentado no texto de apoio 3.
5	aluna L. V. S. 2º A tarde	https://youtu.be/ahJPre6wcqM	“Modelos Cosmológicos”, baseando-se no texto de apoio 2.
6	aluno M. V. M. 2º A manhã	https://youtu.be/CjnMJ0XLteo	“O dramático ciclo de vida das estrelas” do texto de apoio 3.

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

A partir destes resultados foi possível perceber o quanto tarefas como esta, desafiadoras, podem ser estimulantes. E alunos motivados e estimulados produzem excelentes trabalhos. Durante o tempo dado para a realização da tarefa, os alunos que se sentiram à vontade para produzir suas apresentações audiovisuais se mostraram bastante empolgados. Constatamos essa empolgação nos contatos virtuais através dos grupos de WhatsApp e também da plataforma Classroom.

A escola definitivamente deve ser um espaço que motive e não somente se ocupe em transmitir conteúdos. Pra tanto, o professor precisa propor atividades que os alunos tenham condições de realizar e que despertem a curiosidade deles e os faça avançar. É necessário levá-los a enfrentar desafios, a fazer perguntas e procurar respostas.

Wallon é quem aponta que um desenvolvimento integral só se torna possível através da integração das três dimensões psíquicas: a motora, a afetiva e a cognitiva, exigindo uma conexão entre o equipamento orgânico do indivíduo — o corpo — e o ambiente e meio social em que vive; chegando-se então à afetividade, que está presente em todos os estágios: segundo Wallon, ela é um elemento indispensável para o desenvolvimento humano (MAHONEY, 2005).

5.4 AVALIAÇÕES

As avaliações de aprendizagem, provas e testes também foram realizadas remotamente e de conformidade com o calendário da escola. As avaliações, em sua maioria, seguiram recomendações da coordenação escolar que solicitou aos professores que utilizassem em suas avaliações, as ferramentas gratuitas de elaboração de testes e atividades disponíveis livre e gratuitamente na plataforma Google sala de aula.

Aos professores foi dada autonomia para que elaborassem suas próprias avaliações ou instrumentos de avaliação, postando-os ou programando-os nos horários correspondentes às aulas da sua disciplina; e conforme o calendário de provas elaborado pela coordenadora pedagógica.

Os pontos obtidos destas avaliações ou testes, bem como aqueles oriundos de tarefas e atividades lúdicas no decorrer das aulas comporiam notas e médias que, durante o processo, deveriam ser inseridas no sistema de registros escolares da Secretaria de Educação: o iSeduc.

Na disciplina Física quatro avaliações foram aplicadas, iniciando-se no quinto encontro (ao final das aulas 9 e 10).

A tabela 3 apresenta a lista destas avaliações e suas referências, todas elaboradas e respondidas remotamente a partir de formulários Google.

Tabela 3: Lista das avaliações aplicadas

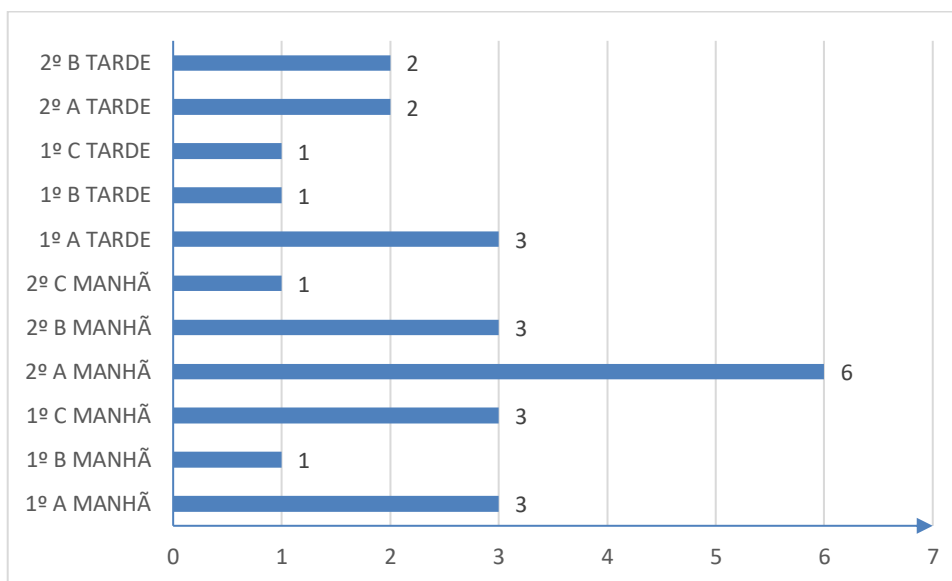
Título do formulário	Conteúdo	Nº de questões	Nº de respostas enviadas	Link de acesso	Questões	Referência
Tarefa de Análise e Discussão do Texto de apoio 4	Texto de apoio 4: Nossa posição e importância nesse imenso universo	10	26	Avaliação 1	Todas subjetivas	5ª Nota (Máximo de 10 pontos)
Atividade de Recuperação do 1º Semestre 2020	Texto de apoio 1: Teorias, Modelos e o Big Bang	10	25	Avaliação 2	Todas objetivas	Máximo de 10 pontos, substituindo a média mais baixa do semestre
6ª avaliação de física: avaliação final do 2º Semestre	Todos os textos de apoio da UD	10	183	Avaliação 3	Todas objetivas	6ª Nota (Máximo de 10 pontos)
Questionário de avaliação da UD e do PE	Autoavaliação e avaliação das aulas remotas e da UD	15	29	Avaliação 4	Múltipla escolha e subjetivas	Sem nota

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

5.4.1 Avaliação 1: Apreciação dos resultados obtidos

Na avaliação 1, 26 alunos responderam ao questionário. Destes a maioria pertencia ao turno da manhã, como mostra o Gráfico 11.

Gráfico 11: Quantidade de alunos por turma que responderam a Avaliação 1



Fonte: elaborado pelo autor (2021)

As turmas da manhã, de 1ª e 2ª séries, foram, portanto, mais engajadas e participativas do que as da tarde. O Gráfico 11 nos mostra que do total de 26 alunos respondentes, 17 são do turno manhã com maior participação do 2º A manhã (6 estudantes). Das turmas da tarde, somente 9 alunos enviaram respostas.

Enfatizou-se junto às turmas, desde o cabeçalho da Avaliação 1 (página inicial do formulário online), responder às perguntas com calma e atenção, sem pressa, enviando respostas coerentes e de conformidade com as perguntas propostas, isto é, sem fugir ao enunciado das questões.

Composta por 10 questões subjetivas, esta primeira avaliação foi aplicada ao final do quinto encontro com a finalidade de avaliar a aprendizagem dos estudantes acerca dos temas abordados no texto de apoio 4 e correspondeu à 5ª nota de rendimento escolar da disciplina de Física. Entretanto, como poucos alunos (26) responderam ao formulário, encontramos certa dificuldade no registro das notas, porque boa parte dos estudantes ficou sem nota.

Faremos de início uma apreciação qualitativa dos resultados, em seguida uma análise quantitativa.

Sobre o conteúdo do texto de apoio 4 que trata da nossa posição e importância na imensidão do Universo conhecido, discutiu-se o papel da nossa humanidade em uma perspectiva universal, tecendo considerações em torno da proposta “humanocêntrica” do físico Marcelo Gleiser cuja tese central repousa na raridade e preciosidade da vida na Terra; e que o fato do nosso planeta mostrar-se “insignificante” diante das imensas distâncias aparentemente infinitas e da profusão de astros e estrelas, não implica desprezar a nossa existência e inteligência. Nesse contexto, o tema da Exobiologia e sua relação com especulações acerca de vida inteligente fora da Terra também foram incluídas.

A leitura do texto, além disso, promoveu uma reflexão sobre como ocorreram os processos físicos gerais de formação da Terra e da sua evolução, ao descrever como a vida teria surgido em nosso planeta e de que maneira a origem dos seres vivos em sua superfície está relacionada com a Astrofísica e Cosmologia.

Não trataremos, porém, de todas as questões propostas, detendo-se apenas nas perguntas e respostas mais significativas. Por exemplo, a questão 01 que expõe pequeno trecho dos parágrafos iniciais do texto de apoio 4, solicitando ao estudante “opinião pessoal sobre qual seria a ideia central” presente nele. O recorte discute a alternativa de que a vida surgiu por uma série de acasos sem propósito algum e que isso não deve ser motivo para “sentirmo-nos ofendidos”.

Com poucas “fugas ao tema”, a maioria das respostas dadas a essa questão estão conformes às ideias expostas pelo autor. Destas, algumas das que julgamos mais significativas foram:

Aluna L.V: “Refletir o porquê de nossa existência, e o que isso significa para cada um de nós”.

P.S: “O sentido da vida”.

C.W: “Refletir sobre a busca de um sentido na criação da existência humana”.

W.R: “Fazer-nos pensar um pouco sobre o tema da existência humana”.

K.G: “A existência da vida”.

P.V: “Se a nossa existência tem um propósito ou estamos aqui só por acaso”.

Outra que poderíamos citar é a questão 07 que trata a respeito dos aspectos “misteriosos” e “obscuros” acerca do surgimento da vida em nosso planeta, ao trazer recortes

do texto de apoio 4 que carregam expressões como “ainda não se sabe”, “de modo ainda desconhecido” ou “mais misterioso”.

Da pergunta (questão 07) “O que se pode concluir a respeito desses aspectos 'misteriosos', 'obscuros' ou 'desconhecidos' do surgimento da vida em nosso planeta?” algumas respostas mais significativas foram:

Aluno C.W: “Que a forma como tudo surgiu ainda é incerta”.

F.P: “Que fica difícil entender como é possível afirmar com confiança que a vida deve ser comum no universo ou que o universo é certo para a vida”.

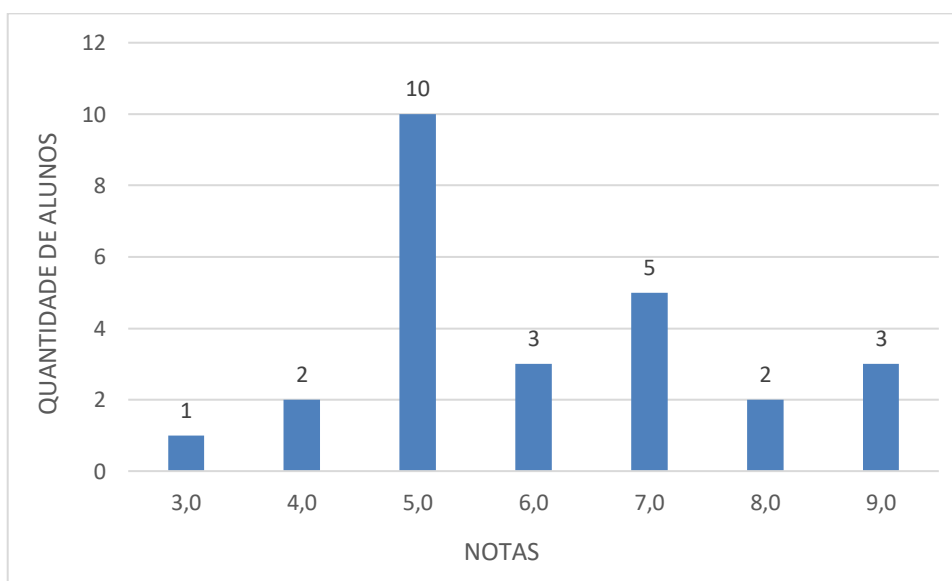
I.C: “Que ainda há um segredo por trás da vida”.

Essa amostragem revela em relação a essa pergunta, que os alunos em certa medida, também alcançaram relativa compreensão do enunciado da questão, bem como do conteúdo do texto.

Agora a análise quantitativa dos resultados obtidos.

O Gráfico 12 apresenta as notas da Avaliação 1. Observamos que dos 26 estudantes, 3 obtiveram nota 9,0; 2 alcançaram 8,0; 5 tiraram 7,0; outros 3 atingiram nota 6,0; 10 estudantes tiraram 5,0; 1 aluno obteve nota 4,0 e somente 1 estudante obteve nota 3,0.

Gráfico 12: Notas obtidas na Avaliação 1



Fonte: elaborado pelo autor (2021)

A análise percentual desses resultados evidencia o seguinte: das 26 notas obtidas, 13 (50%) ficaram abaixo da média (no caso 6,0, a média considerada aprovativa pela escola) e as demais notas (13) se situaram na média ou acima da média.

Tendo em vista a pouca participação, consideramos esse resultado de amostragem relativamente satisfatório e equilibrado.

5.4.2 Avaliação 2: Apreciação dos resultados obtidos

A atividade avaliativa 2 foi proposta como uma avaliação de recuperação do 1º semestre de 2020. Decidimos usar como assunto de estudo para esta avaliação apenas o texto de apoio 1.

Desta vez apenas 25 alunos responderam ao teste proposto na forma de um Quiz⁴⁴ elaborado em site específico (acesso em: <https://pt.quizur.com/trivia/atividade-de-recuperacao-Azw1>). O Quiz, usado neste contexto como avaliação da aprendizagem, permitindo gerar perguntas que exigem respostas objetivas (“sim” ou “não”, “certo” ou “errado”), possibilitou aferir o aprendizado dos alunos respondentes de forma rápida e direta.

A quantidade de alunos (25) que responderam a avaliação corresponde ao quantitativo efetivo daqueles que não conseguiram atingir um desempenho satisfatório da matéria no decorrer do 1º semestre; revelando-se um dado positivo, tendo em vista o número elevado de estudantes de recuperação constatados nos anos anteriores relativamente à disciplina Física em nossa experiência de sala de aula. Observou-se que este número tem relação direta com o ensino remoto durante o período emergencial sanitário ocasionado pela pandemia do novo coronavírus.

De forma mais específica, no que diz respeito ao ensino remoto, inúmeras foram as desvantagens; por outro lado, várias “facilidades” como o acesso a ferramentas online de ensino e aprendizagem permitiram, de forma mais individualizada, um melhor desempenho dos estudantes, fazendo com que poucos alunos necessitassem recuperar aprendizagens.

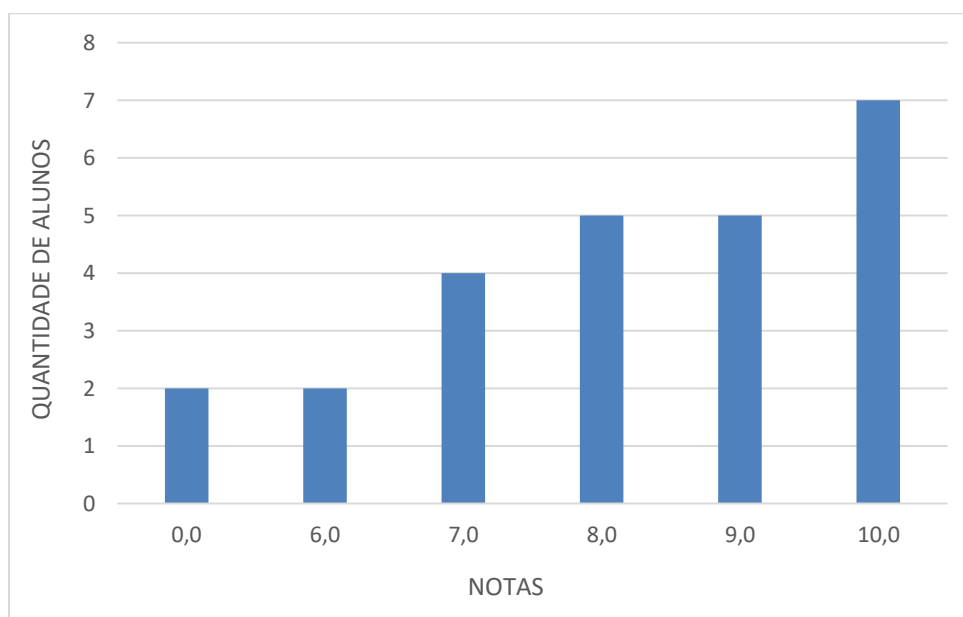
Com relação aos conteúdos abordados no 1º semestre anteriores à nossa investigação, relacionados ao conteúdo tradicional do programa básico do ensino de Física nas escolas, escolhemos interromper intencionalmente para iniciar a presente pesquisa, com o intuito de

⁴⁴ Quiz (em inglês: quiz, plural quizzes) é um jogo no qual os jogadores (individualmente ou em equipes) tentam responder corretamente a questões que lhes são colocadas. Em alguns contextos, a palavra também é utilizada como sinônimo de teste informal para a avaliação de aquisição de conhecimentos ou capacidades em ambientes de aprendizagem.

contemplar somente o conteúdo programático da UD; e por isso decidimos incluir no conteúdo da recuperação somente assuntos tratados no curso de Cosmologia.

O Gráfico 13 mostra os resultados obtidos na Avaliação 2, indicando que houve melhoria no rendimento e desempenho dos estudantes.

Gráfico 13: Notas obtidas na avaliação de recuperação (Avaliação 2)



Fonte: elaborado pelo autor (2021)

Dos 25 alunos, 7 obtiveram nota 10; 5 tiraram 9,0; outros 5 alunos tiraram nota 8,0; 4 estudantes obtiveram nota 7,0; 2 tiraram 6,0 e outros 2 alunos zeraram o teste por não terem conseguido enviar a imagem correta dos acertos obtidos. Portanto, com exceção de dois alunos, todos os demais alcançaram bom resultado.

Outras razões mais específicas que supomos, podem ter contribuído para que os alunos, ao menos, quantitativamente, apresentassem um melhor rendimento (fora as razões já expostas relacionadas ao problema da pandemia) dizem respeito à estrutura do teste (perguntas simples, diretas e objetivas), escolha do texto de apoio (o texto de apoio 1, mais simples, mais acessível e tratando de assuntos mais conhecidos do grande público como teorias, modelos de representação, Big Bang, etc) e, por fim, ambiente gráfico constituído de um maior número de animações (audiovisuais).

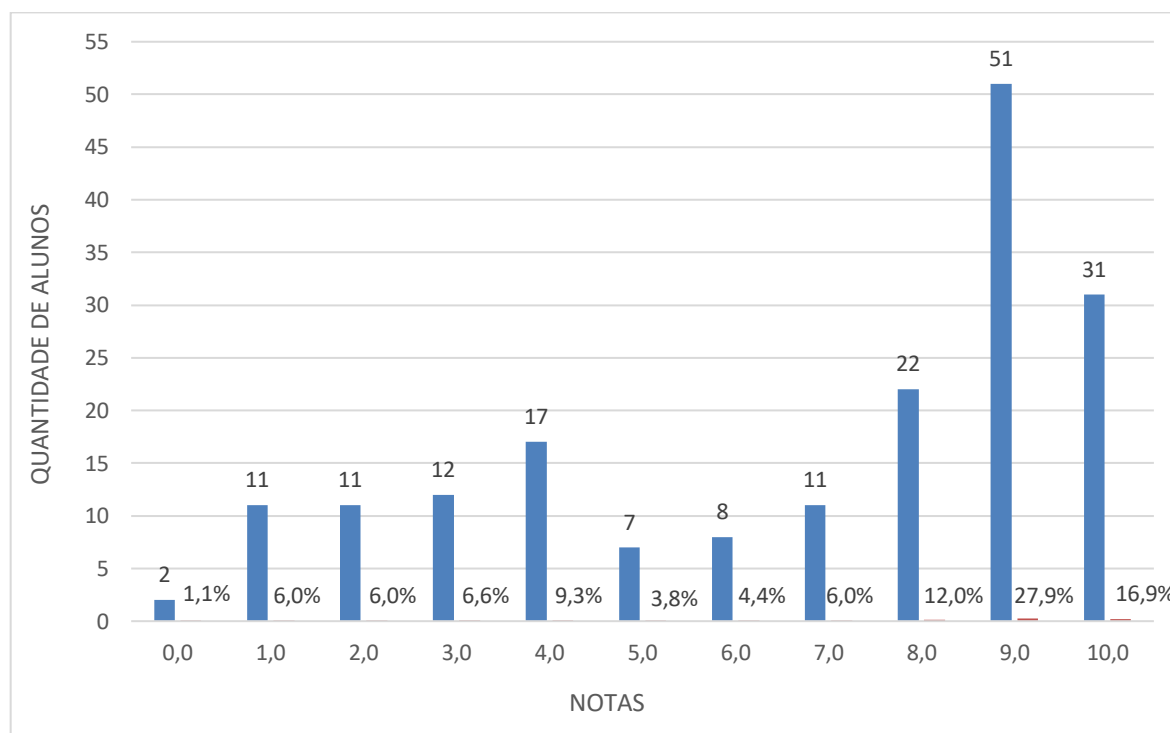
Estas últimas razões se configuram de tal modo que juntas permitem-nos concluir serem altamente recomendáveis, no sentido que, de resto, resultam ainda mais acessíveis aos alunos gerando, portanto, um desempenho mais expressivo.

5.4.3 Avaliação 3: Avaliação final do 2º Semestre de 2020

Nesta avaliação houve maior participação de alunos (183) em comparação com as demais. As notas obtidas corresponderam à 6ª nota de rendimento escolar na disciplina, servindo ao mesmo tempo como teste de avaliação da aprendizagem de todos os temas estudados na UD.

O Gráfico 14 aponta um resultado satisfatório: a maioria dos alunos se saíram bem na avaliação final. 51 alunos (o que corresponde a quase 30% do total) obtiveram nota 9,0; 31 estudantes (cerca de 17%) tiraram a nota máxima (10,0), enquanto 12% tiraram 8,0.

Gráfico 14: Notas obtidas na 6ª avaliação (Avaliação 3)



Fonte: elaborado pelo autor (2021)

A elevada participação de estudantes já quase ao final do ano letivo justifica-se como efeito da implantação do sistema de “busca ativa” pela Secretaria de Estado da Educação (SEDUC) no Piauí que teve por objetivo garantir o direito à educação de cada cidadão em situação de calamidade pública e de emergência, chegando de forma direta ao aluno e sabendo qual sua dificuldade. Governos municipais e estaduais empreenderam esforços para planejar e efetivar a continuidade das aulas durante a pandemia da Covid-19 (novo coronavírus) de

diversas formas, seja utilizando as tecnologias da informação, seja imprimindo material para entregar a estudantes, entre outras estratégias.

Além de manter os vínculos afetivos e o contato próximo com os alunos, desafio encarado pelos educadores, o plano estratégico de ações procurou localizar os estudantes que não aderiram ao ensino remoto e identificar as dificuldades no acesso às plataformas disponibilizadas pelas escolas.

Uma das estratégias de busca ativa que mobilizou não apenas educadores foi a de manter o contato com as famílias (trabalho que entendemos deveria ser uma constante em toda a rede pública de ensino). As unidades escolares intensificaram este contato, utilizando os meios digitais para o envio de mensagens por canais de diálogo como WhatsApp, plataformas educacionais de controle como o mobieduca.me⁴⁵ e até em ligações diretas com pais e responsáveis.

As ações ocorreram durante todo o período letivo de 2020 com a busca, monitoramento da participação dos alunos na realização das atividades remotas e apoio na efetivação da aprendizagem em todas as modalidades da Educação Básica.

As orientações foram enviadas aos gestores regionais, diretores, coordenadores e professores, que fizeram um trabalho incessante na busca dos alunos para que não encerrassem o vínculo com a escola, ampliando o engajamento aos estudos diante do contexto de pandemia.

O resultado dessas ações foi a maior participação dos estudantes ao final do período letivo de 2020, período que terminou por se estender aos meses de janeiro e fevereiro de 2021.

5.4.4 Avaliação 4: Questionário de avaliação da UD e do PE

Por fim o último questionário (de avaliação de conhecimentos e significados apreendidos no estudo da UD) concentrou-se em avaliar de forma livre e consentida, tanto a UD como o PE; e consistiu de uma parte auto avaliativa seguida de outra, bem específica, com perguntas direcionadas diretamente ao conteúdo abordado nas aulas remotas.

Com 15 questões entre perguntas de múltipla escolha e subjetivas, o questionário foi dividido em duas seções: Seção 1 – de auto avaliação e avaliação das aulas remotas (5 questões

⁴⁵ Plataforma de acompanhamento técnico diário nas escolas, para combater a infrequência dos principais atores educacionais com o objetivo de diminuir a evasão, integrar a família na escola, diminuir a perda recursos do FUNDEB e aumentar a segurança dos alunos nas redes públicas municipais e estaduais com uso de tecnologia de baixo custo e alto impacto (Fonte: <https://brazillab.org.br/portfolio/mobiedducame#> . Acesso em: 05 mar. 2021).

de múltipla escolha por conceitos); Seção 2 – com o título “Revisitando Conceitos” (10 questões subjetivas).

O formulário ficou disponível por duas semanas, solicitando-se uma vez mais às turmas que o respondessem com calma e sem pressa.

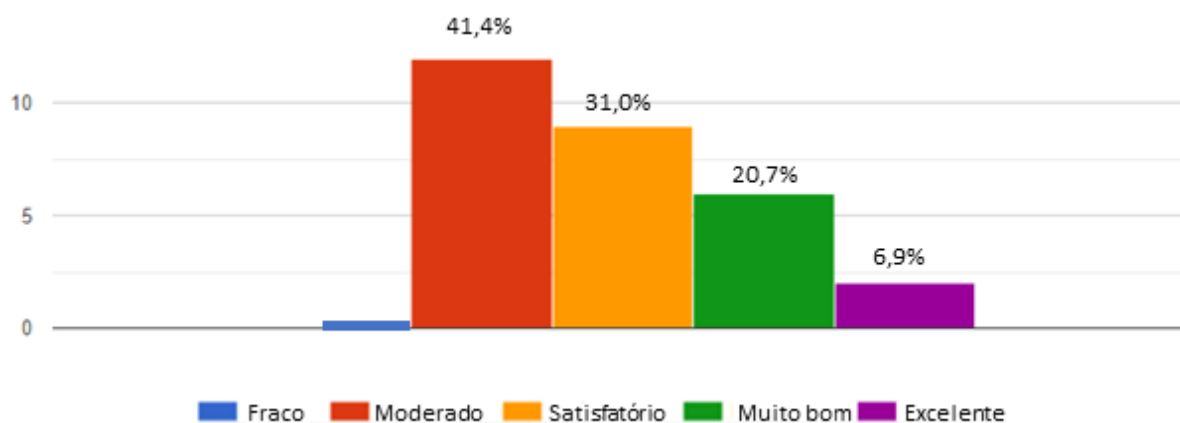
Para uma melhor apreciação dos resultados obtidos, os gráficos a seguir sintetizam as perguntas (por seção) e as 29 respostas enviadas pela parcela de estudantes que aceitaram participar da avaliação.

SEÇÃO 1 - AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS AULAS REMOTAS

Questão 1: Avalie seu nível de dedicação ao curso.

Para essa questão, o Gráfico 15 indica que dos 29 respondentes: nenhum opinou como “fraco”; 12 avaliaram como “moderado”; 9 como “satisfatório”; 6 consideraram “muito bom” e 2 estudantes consideraram sua dedicação aos estudos como “excelente”.

Gráfico 15: Auto avaliação das turmas em relação ao nível de dedicação às aulas



Fonte: <https://docs.google.com/forms/viewform>

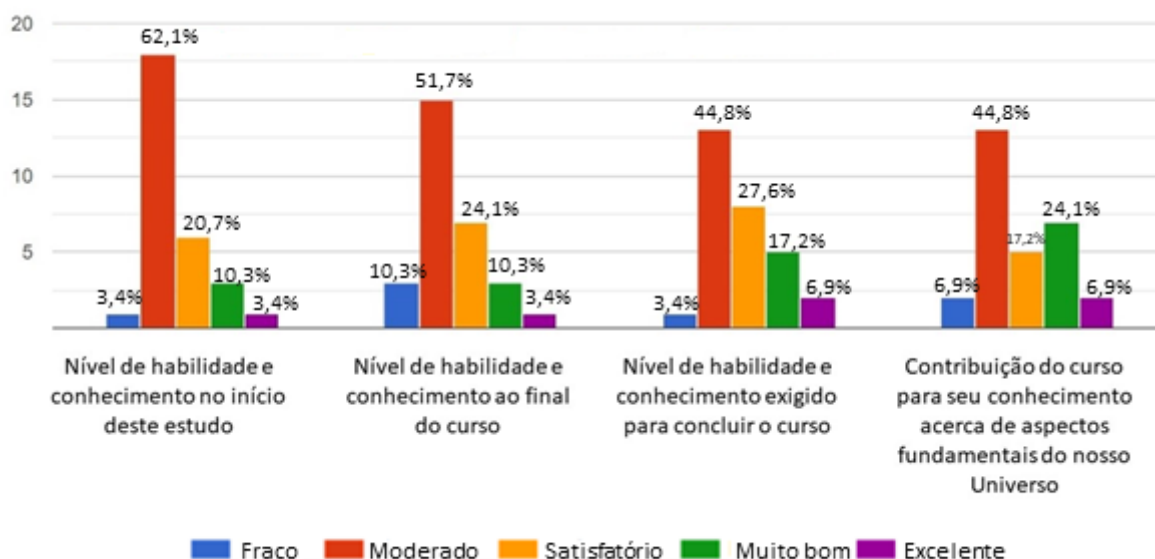
A maioria, portanto, dos estudantes (41,4%) que participaram da auto avaliação concordam que sua dedicação às aulas remotas foi “moderada”.

Questão 2: Avalie seu nível de aprendizado.

O Gráfico 16 mostra os conceitos por níveis de aprendizado:

- (1) Nível de habilidade e conhecimento no início dos estudos da UD: Dos 29, 1 estudante opinou como “fraco”; 18 consideraram “moderado”; 6 acharam “satisfatório”; 3 “muito bom”; e 1 estudante opinou como “excelente”.
- (2) Nível de habilidade e conhecimento ao final do curso: 3 opinaram como “fraco”; 15 consideraram “moderado”; 7 opinaram como “satisfatório”; outros 3 registraram “muito bom”; e 1 estudante considerou “excelente”.
- (3) Nível de habilidade e conhecimento exigido para concluir o curso: 1 aluno considerou “fraco” o seu desempenho nesse nível; 13 acharam “moderado”; 8 consideraram “satisfatório”; 5 alunos opinaram como “muito bom”; e 2 consideraram como “excelente”.
- (4) Contribuição do curso para o conhecimento acerca de aspectos fundamentais do nosso Universo: 2 consideraram “fraco”; 13 registraram como “moderado”; 5 como “satisfatório”; 7 como “muito bom”; e 2 consideraram “excelente”.

Gráfico 16: Auto avaliação do nível de aprendizado



Fonte: <https://docs.google.com/forms/viewform>

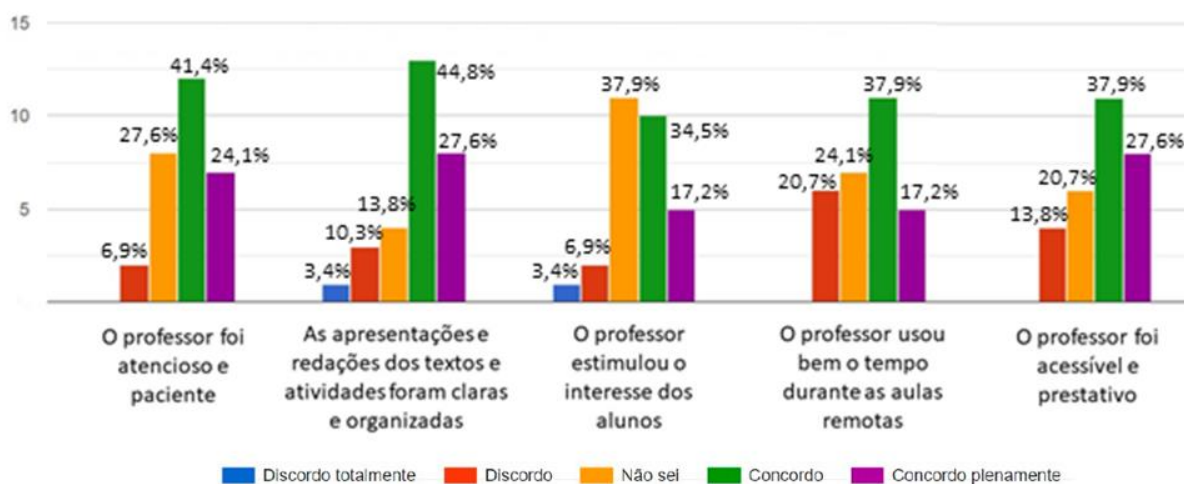
Estes dados reproduzem o resultado da questão anterior: nos quatro níveis de habilidade e contribuição do curso, os estudantes da amostra consideraram “moderado” o seu nível de aprendizado.

Questão 3: A habilidade e receptividade do professor.

Nesta questão o Gráfico 17 apresenta os resultados obtidos conforme subitens especificados a seguir e segundo os critérios “discordo totalmente”, “discordo”, “não sei”, “concordo” e “concordo plenamente”. Os registros foram:

- (1) O professor foi atencioso e paciente: 2 responderam “discordo”; 8 não souberam opinar; 12 concordaram; e 7 concordaram plenamente.
- (2) As apresentações e redações dos textos e atividades foram claras e organizadas: 1 discordou totalmente; 3 só discordaram; 4 não souberam responder; 13 concordaram; 8 concordaram plenamente.
- (3) O professor estimulou o interesse dos alunos: 1 respondeu “discordo plenamente”; 2 alunos responderam “discordo”; 11 não souberam responder; 10 responderam “concordo”; 5 concordaram plenamente.
- (4) O professor usou bem o tempo durante as aulas remotas: 6 responderam “discordo”; 7 não souberam opinar; 11 responderam “concordo”; e 5 concordaram plenamente.
- (5) O professor foi acessível e prestativo: 4 discordaram; 6 não souberam responder; 11 concordaram; e 8 responderam “concordo plenamente”.

Gráfico 17: Avaliação da habilidade e receptividade do professor no decorrer das aulas



Fonte: <https://docs.google.com/forms/viewform>

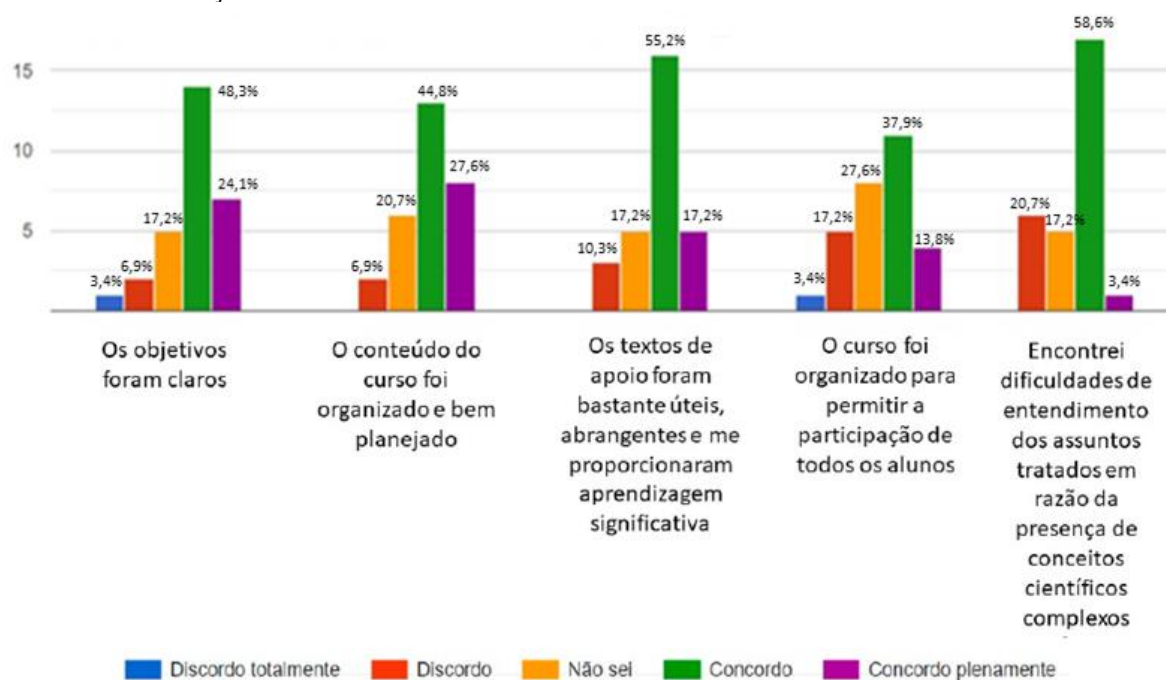
Com relação a essa questão, consideramos os resultados bastante satisfatórios: 41,4% dos 29 estudantes concordam que o professor-pesquisador foi “atencioso e paciente” em seu tratamento; 44,8% concordam que “as apresentações e redações dos textos e atividades foram

claras e organizadas”; 37,9% concordam que o professor-pesquisador “usou bem o tempo durante as aulas remotas”, ao mesmo tempo em que foi “acessível e prestativo” (37,9% do total concordam). Contudo, quando perguntados se o “professor estimulou o interesse dos alunos”, a maior parcela do total (37,9% ou 11 estudantes dos 29 que responderam ao questionário) não souberam responder. Supomos que a ausência de aulas presenciais tenha, em parte, transmitido aos estudantes essa imprecisão de que o professor não tenha estimulado as turmas em interessar-se pelas aulas.

Questão 4: Conteúdo do curso.

Em relação aos conteúdos abordados, o Gráfico 18 apresenta os resultados das avaliações de acordo com os seguintes itens: (1) Os objetivos foram claros; (2) O conteúdo foi organizado e bem planejado; (3) Os textos de apoio foram bastante úteis, abrangentes e proporcionaram aprendizagem significativa; (4) O curso foi organizado para permitir a participação de todos os alunos; e (5) Encontrei dificuldade de entendimento dos assuntos tratados.

Gráfico 18: Avaliação do conteúdo das aulas da UD



Fonte: <https://docs.google.com/forms/viewform>

Do gráfico depreende-se o seguinte:

- (1) Os objetivos foram claros: 1 discordou totalmente; 2 discordaram; 5 não souberam opinar; 14 concordaram; e 7 concordaram plenamente.
- (2) O conteúdo foi organizado e bem planejado: 2 discordaram; 6 não souberam responder; 13 concordaram; e 8 concordaram plenamente.
- (3) Os textos de apoio foram bastante úteis, abrangentes e proporcionaram aprendizagem significativa: 3 discordaram; 5 não souberam responder; 16 concordaram; e 5 concordaram plenamente.
- (4) O curso foi organizado para permitir a participação de todos os alunos: 1 aluno discorda totalmente; 5 discordaram; 8 estudantes não souberam responder; 11 concordaram; e 4 alunos concordaram plenamente.
- (5) Encontrei dificuldade de entendimento dos assuntos tratados: 6 discordaram; 5 não souberam responder; 17 não concordaram; e 1 estudante concordou plenamente.

Os resultados mostram razoável aceitação das turmas participantes em relação aos assuntos tratados no curso: 48,3% concordam que os objetivos da UD foram claros; 44,8% são concordantes em afirmar que o curso foi organizado e bem planejado; e dado relevante: mais da metade dos respondentes (55,2%) concordam que os textos de apoio foram úteis e abrangentes, proporcionando aprendizagem significativa; muito embora 58,6% tenham encontrado dificuldades de entendimento dos assuntos tratados.

Este último resultado se justifica tendo em vista a quase ausência destes temas na maioria dos cursos de Física de EM. É de grande relevância a inserção e desenvolvimento mais amplo de tópicos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia já a partir da 1ª série do EM, sendo louváveis todos os esforços empregados nesse sentido.

Parte de uma ciência inseparável da cultura humana há milhares de anos, no entanto, o que se vê nitidamente em sala de aula, é “um amplo desconhecimento da Cosmologia e estudo do Universo que pode ser observado em vários erros cometidos por professores e autores de livros didáticos” (KANTOR, 2001).

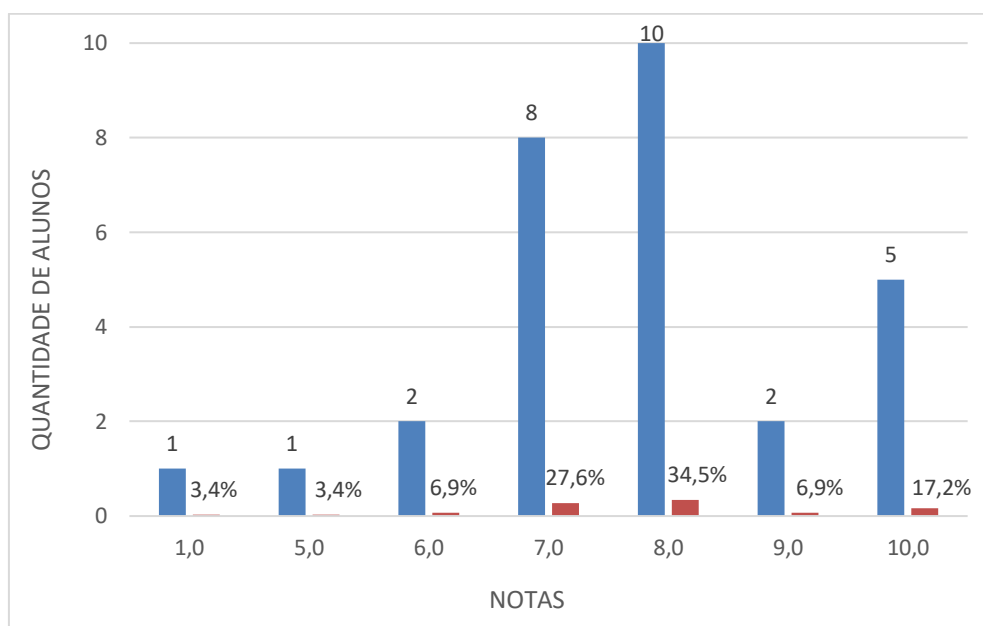
Apesar disso, o estudo sistematizado da natureza, claramente presente na Astrofísica e Cosmologia, emerge como uma necessidade em sala de aula, bem como a motivação pelo estudo de ciências que estes dois temas proporcionam. Torna-se cada vez mais evidente a importância destes estudos junto às competências a serem adquiridas pelos jovens no EM.

Finalmente a última questão solicita que os estudantes participantes atribuam uma nota de 0 a 10 na avaliação geral das aulas dadas nos encontros.

Questão 5: Que nota você daria em sua avaliação geral do curso?

O Gráfico 19 apresenta os resultados obtidos.

Gráfico 19: Avaliação geral do curso



Fonte: elaborado pelo autor (2021)

Dos 29 alunos respondentes, 10 (34,5%) atribuíram nota 8,0 ao curso; quanto aos demais: 1 estudante atribuiu nota 1,0; outro aluno atribuiu nota 5,0; 2 estudantes deram nota 6,0; 8 estudantes deram nota 7,0; outros 2 atribuíram nota 9,0 e 5 alunos deram a nota máxima; revelando que a maioria dos estudantes respondentes (86,2%) avaliaram positivamente o curso, atribuindo nota igual ou superior a 7,0.

SEÇÃO 2 - REVISITANDO CONCEITOS

Nesta seção apresentamos cada uma das questões e as correspondentes respostas mais significativas, tal como fizemos na seção 9.2, apresentando-as uma a uma, seguidas de comentários e considerações.

Questão 01: Tendo em vista o que estudamos em nossa UD, agora o que você entende por "teoria"? (Responda com suas próprias palavras)

Respostas mais significantes

“É uma ideia com fundamentos científicos que comprova a veracidade de fatos observados”.
“Eu entendo agora que uma teoria é um conjunto de várias hipóteses sobre diversos conhecimentos e com isso nenhuma teoria é completa”.
“Teoria é o grau máximo de confirmação de uma hipótese”.
“Teoria é conhecimento especulativo, várias ideias sem uma conclusão...”
“Teoria, acredito eu, seja uma tentativa de explicar uma determinada coisa, que tenha sua existência ainda tida como uma incógnita”.
“Conjunto de ideias que tentam prever com alto grau de exatidão os fenômenos da natureza”.
“Síntese aceita de um vasto campo de conhecimento especulativo, fundamentado em observações empíricas”.
“É um conjunto de leis e conhecimento ainda incertos ainda no campo hipotético e sintético”.
“Um conjunto de regras ou leis, aplicadas a uma área específica”.
“Uma teoria está baseada em um conhecimento especulativo, fundamentado em observações empíricas”.
“Teoria é a forma como falamos de algo que não temos o total conhecimento; então criamos uma teoria para explicar aquele assunto que queremos passar. A teoria tem base nos conhecimentos que se conseguiu obter até o exato momento de um estudo e é preciso provar se as teorias são reais e verdadeiras para aqueles que discordam ou não acreditam que elas sejam.”
“Teorias são hipóteses verificadas e embasadas por uma formulação matemática sólida”.
“É um conjunto de conhecimento especulativo”.
“Na minha opinião acho que é uma especulação ou hipótese sobre algum tema específico”.
“É uma hipótese, conjectura, ou uma suposição abstrata da realidade”.

Comentários: As respostas dadas apontam ainda um entendimento incompleto do que seja uma teoria. A compreensão completa do conceito continua um desafio para os estudantes, persistindo a confusão entre teoria, hipótese ou suposição. Expressões como “conjunto de conhecimentos especulativos”, “suposição abstrata da realidade”, “conjunto de várias hipóteses”, “várias ideias sem uma conclusão” mostram que não houve satisfatória assimilação do sentido de uma teoria. Apenas duas respostas aparentemente se inclinam para o significado aproximado do que seja uma teoria: quando um aluno responde que uma teoria “é um conjunto de regras ou leis, aplicada a uma área específica” ou quando outro escreve que teoria “é uma ideia com fundamentos científicos que comprova a veracidade de fatos observados”.

Questão 02: As teorias sobre o surgimento do Universo e descrição de sua estrutura ficaram mais fáceis de serem compreendidas? Por exemplo, a teoria do Big Bang, como você a entende agora?

Respostas mais significantes

“Entendo que o Big Bang foi uma grande explosão cósmica que criou o espaço e o tempo”.
“Eu entendo agora a teoria do Big Bang como a descrição de uma expansão num ponto do espaço com densidade e temperatura infinitamente alta”.
“Que é uma teoria que nos faz pensar muito, sobre o nosso começo, mas nos deixa com dúvidas também...”
“Entendo como uma grande expansão do espaço com temperatura e densidade elevada”.
“Sim! Que se trata muito mais de apenas uma ‘Criação’: ela é responsável pela expansão do Universo até hoje!”
“Entendo que, através de uma enorme explosão se deu início ao sol e que logo após com a junção de gases, e outros materiais rochosos, surgiram os outros planetas”.
“Como a explosão cósmica que criou as galáxias e a Terra”.
“Entendo que foi uma grande explosão causada por uma ‘singularidade’... o motivo, porém, dessa explosão ninguém sabe, e dela formou-se o Universo”.
“Sim, ficaram mais fáceis de serem compreendidas, mas continuo com a mesma opinião, não acreditando na teoria do Big Bang”.
“Não, ainda não consigo compreender muito bem...”
“Sim. Eu entendo como uma forma da Física explicar a origem do Universo”.
Sim, está bem mais explicado que não foi uma ‘explosão’ e do nada surgiu o Universo... os cosmólogos usam o termo ‘Big Bang’ para se referir ao fato de que originalmente o Universo estava muito quente e denso em algum momento de um passado finito...”
“Sim. Entendo agora que o Big Bang foi uma grande expansão de um ínfimo ponto do espaço, chamado de singularidade, com densidade e temperatura infinitamente altas”.
“Sim, eu entendo que é uma especulação com base em estudos”.
“Sim, antes eu entendia como algum tipo de explosão, quando na verdade, se trata de uma ‘expansão’ no início do desenvolvimento do Universo...”
“Sim. Antes entendia o Big Bang como uma ‘explosão’, mas ao invés disso ele foi uma grande ‘expansão’.”
“Sim, antes de estudar o assunto eu achava que o Big Bang era uma ‘explosão’ que havia acontecido, mas depois de estudar o assunto descobri que o Big Bang na verdade foi uma ‘expansão’ do nosso Universo”.

Comentários: Aqui os estudantes que responderam ao questionário já conseguem associar o “Big Bang” à expansão do Universo. As respostas em destaque apontam nessa direção. Apenas um estudante segue sem “acreditar na teoria do Big Bang”, apesar de todas as evidências vistas e descritas durante as aulas e que vêm em sustentação da teoria; outro responde não ter

conseguido ainda “compreender muito bem”. A comparação entre as respostas dadas a essa pergunta no questionário inicial de conhecimentos prévios dos estudantes e as que foram obtidas neste último, tornam evidente dois processos cognitivos da teoria piagetiana: a acomodação e assimilação. A assimilação como a define o próprio Piaget (1996, p. 13) é uma integração às estruturas prévias, que podem permanecer invariáveis ou ser mais ou menos modificadas por esta própria integração, sem descontinuidade com o estado precedente, isto é, sem serem destruídas, mas simplesmente acomodadas à nova situação. Isto significa que o indivíduo tenta continuamente adaptar os novos estímulos aos esquemas que ele possui até aquele momento.

Questão 03: E desta vez qual é o seu entendimento de 'modelo' e como ele se aplica em Astrofísica e Astronomia?

Respostas mais significantes

“São esquemas para ajudar na comprovação das teorias”.
“Modelo é uma representação esquemática de algo que ocorre na natureza, normalmente apresentados como hipóteses pra algo a ser verificado”.
“Um modelo serve como exemplo no mundo da Física...”
“Modelos científicos são formas de prever o que pode acontecer em um futuro distante, ou não”.
“Esse assunto eu não compreendi bem”.
“Uma idealização de um sistema complexo...”
“É uma forma representativa de algo, como por exemplo, um modelo científico em Astronomia ou Astrofísica...”
“Um modelo é uma descrição ou um mapa, uma representação esquemática de algo que ocorre na natureza. O modelo proposto deve ser consistente e não possuir incongruências lógicas internas, tanto quanto possível. Em seguida ele deve ser capaz de fazer previsões observáveis - sem as quais ele não seria científico - e estas previsões devem ser testadas por meio da experimentação ou da observação”.
“É a idealização simplificada de um sistema complexo”.
“Acho que é algo mais mental, uma forma reduzida de representação de alguma coisa, pra melhor entendimento ou compreensão”.
“Na minha concepção, modelo é algo resumido de algum assunto, para sua melhor concepção”.

Comentários: Nesta questão, os alunos compreendem corretamente o sentido de representação expresso por um modelo em Ciência. Das respostas selecionadas acima, exceção feita a um dos estudantes que apenas “copiou e colou” o que leu no texto e de outro que não compreendeu

bem o assunto; todos os demais responderam acertadamente e com suas próprias palavras o significado de modelo como “idealização” e “representação esquemática”.

Questão 04: Saberria explicar agora como você compreende a regularidade observada no movimento de todos os astros no espaço?

Respostas mais significantes

“Não, ainda tenho dificuldade no assunto”.
“Não. Ainda não ficou muito claro pra mim”.
“Não sei.”
“Não, alguns movimentos eu não entendi muito bem...”
“Não muito bem, mas compreendo que existe um padrão”.
“Não exatamente, mas acredito que seja em razão da rotação de eixos, a forma como se movimentam pelo espaço...”
“As galáxias se afastam uma das outras em todas as direções do espaço e em altas velocidades”.
“Não se sabe ao certo como essa regularidade surgiu, mas acho que tem a ver com a gravidade, porém não sei muito bem...”
“Todos os astros apresentam trajetórias variadas e perceptíveis ao longo do ano”.
“Bom, não tenho muita noção de entendimento quanto a isso por que ainda não se sabe como essa regularidade surgiu”.
“Bom eu não sei muito bem, mas acho que tem relação com a gravidade”.

Comentários: Como na questão 01, nesta questão constatamos ausência de aprendizagem significativa e dificuldade de associar o movimento dos astros no espaço com as leis que descrevem os fenômenos celestes, notadamente as leis de Kepler e a lei de gravitação universal. Vê-se das respostas em destaque que somente dois estudantes relacionam a regularidade do movimento dos corpos celestes à presença da gravidade.

Questão 05: De tudo o que você estudou em nosso curso é possível concluir se o Universo é finito ou infinito? Comente sua resposta.

Respostas mais significantes

“Finito, nunca se alcançou o possível final dele”.
“Se o universo é finito ou infinito isso eu não sei responder, pois como vimos, até hoje nem os astrônomos sabem responder”.
“Infinito, porque o Universo se expande...”

“Ficou um impasse, pois esse questionamento nem astrônomos decidem da mesma forma. Uns falam que é infinito e outros ao contrário afirmam que é finito”.
“Infinito. Porém, a resposta real mesmo, é que não sabemos... existem outras galáxias, e outros universos, ‘multiversos’... enfim, chega um momento que parece não ter fim, até por que sempre se descobre algo novo...”
“Infinito, devida sua constante expansão descoberta em 1930”.
“Infinito pois não sabemos o tamanho do nosso Universo...”
“Finito porque teve um começo”.
“Bom, ainda não sabemos se o universo é finito ou infinito, mas o melhor palpite da Cosmologia, conforme o que vimos nas aulas, é de que ele seja infinito...”
“O Universo teve um início e, portanto, tem uma idade finita”.
“Infinito, pois o universo não foi totalmente estudado”.
“Infinito pois a sua expansão é extensa e não tem fim”.
“Infinito porque a sua expansão e extensão nunca tem um fim”.
“A realidade é que não tão cedo saberemos se é finito ou infinito, sendo que a teoria de ele ser infinito é quase impossível na opinião de alguns cientistas, então não temos certeza se é infinito ou não”.
“Bom, não sabemos e creio que demoraremos a saber se o universo é finito ou infinito. Não existe ainda um fato concreto”.
“Infelizmente não saberemos tão cedo se é finito ou infinito, pois muitos cientistas discordam da teoria de que o universo seja infinito e vice-versa; e ainda não existem estudos que apontam com certeza que o universo seja 100% finito ou infinito”.

Comentários: Nesta questão, os estudantes, desta vez, já são capazes de apresentar argumentos fundamentados nos estudos realizados. Eles conseguem compreender que não há um consenso entre astrônomos e astrofísicos; e em algumas das respostas associam o infinito do espaço e do tempo à expansão do Universo.

Questão 06: Como você explica agora a escuridão do espaço a noite?

Respostas mais significantes

“O Universo é tão extenso que não existe um astro grande o suficiente para iluminar todos os espaços por completo”.
O paradoxo de Olbers argumenta que a escuridão está relacionada com a absorção interestelar de nuvens de gás espalhadas pelo universo absorvendo a luz de estrelas distantes, "filtrando" a quantidade de luz que finalmente chega até nós, mas existe várias explicações pra essa pergunta...”
“A luz de uma estrela, no caso do Sol, não é capaz de iluminar todo o vasto Universo, se até Urano quase não dá pra ver a luz, imagine mais longe que isso...”

“Pelo fato do Universo sempre se expandir, e de que não necessariamente existam estrelas por toda parte”.
“A luz emitida de estrelas distantes está fora do espectro de luz visível do olho humano...”
“À noite estamos na parte da terra que não está voltada para o sol, enquanto do outro lado o sol ilumina o globo terrestre dando origem ao dia. assim, quando o sol ilumina uma parte da Terra, a outra fica na sombra”.
“Em síntese a escuridão do espaço deve-se primeiramente ao fato de que nosso universo teve um começo, ou seja, ele não é infinito como muitos pensam, de modo que não há estrelas em todas as direções. O outro motivo é que a luz emitida de estrelas distantes está fora do espectro de luz visível do olho humano...”
“A escuridão do universo deve-se primeiramente ao fato de que o universo teve começo, ou seja, ele não é infinito como muitos pensam”.
“É porque o universo está se expandindo constantemente”.
“Acho que apesar de ter muitas estrelas no espaço, elas não são suficientes pra iluminar todo o espaço, por isso a escuridão quando anoitece”.
“O espaço é gigantesco. Creio que as estrelas que habitam nele não são suficientes para iluminar toda a sua dimensão”.

Comentários: Nesta questão, os estudantes conseguem responder satisfatoriamente. Das 11 respostas em destaque, 6 assinalam as causas corretas ao relacionarem o fenômeno da escuridão dos céus a noite com a expansão do Universo e ao fato dele ter iniciado em um tempo finito. O raciocínio em questão é: Se o Universo for infinito, então o número de estrelas que ele contém também será infinito. E se o número de estrelas é infinito, então o céu deveria ser preenchido uniformemente por elas, sem nenhum vazio. Mesmo assim, quando olhamos para o alto, vemos grandes quantidades de escuridão, e só um ou outro “ponto brilhante” (estrelas) aqui e ali. Para chegar a uma conclusão, os estudantes deveriam levar em consideração, inicialmente, a velocidade da luz, que apesar de rápida, não se manifesta instantaneamente; e o fato de a radiação de estrelas muito distantes ainda não terem alcançado os telescópios terrestres, haja visto a idade do Universo em torno de 13,5 bilhões de anos. Além disso, há a expansão do Universo que faz com que uma parcela do espaço observável se apresente maior hoje do que era no passado e o efeito Doppler da luz. Esses fatores combinados fazem com que um intenso raio X ou raio gama dos primórdios do nosso Universo chegue até a Terra como uma discreta micro-onda. Ou seja, a luz que vem de longe, além de vir do “passado”, vem “cansada”, não conseguindo, portanto, “acender” todo o céu.

Questão 07: Que modelo de Universo mais lhe chamou a atenção? Por quê?

Respostas mais significantes

“O Universo Cíclico, pelas teorias de Buraco negro e a complexidade de detecta-los”.
“O modelo Estático, porque é um modelo no qual o universo é espacialmente infinito e temporalmente infinito e isso é bastante intrigante”.
“Até agora nenhum, preciso pesquisar e estudar mais”.
“O modelo de um Universo Eterno e em Expansão. Pelo simples fato de eu acreditar que existem multiversos, talvez outros seres parecidos com os humanos, não sei...”
“O modelo Expansivo, que acredita que o universo sempre se expanda, mas sem saber ainda como seria o ritmo dessa expansão”.
“O modelo Cíclico, por ser um assunto bem interessante e também por ser uma alternativa para o Big Bang”.
“O Big Bang, por ser algo que sempre tive dúvida...”
“O modelo Estático, pois pra mim o universo não vai ter alteração alguma...”
“O Big Bang, porque é uma teoria muito interessante”.
“Todos, porque são todos fascinantes... estudei coisas que nunca passaram pela minha cabeça e achei incrível!”
“Universo Estático ou Estacionário, pelo seu nível de complexidade”.
“O modelo Cíclico por tratar da contração do Universo”.
“A concepção de Universos-ilha por considerar a possibilidade de um Multiverso...”
“O Universos-ilha, pelo fato de que podem existir outros universos e que o nosso seja somente um dentre eles”.
“O modelo expansivo. Foi um assunto que me trouxe mais clareza e também porque achei mais interessante”.
“Mesmo sem confirmação, o modelo expansivo foi o que mais fez sentido pra mim e o mais fácil de se compreender”.

Comentários: As respostas destacadas mostram que os estudantes ampliaram seu conhecimento acerca do que sabiam anteriormente, limitados como estavam a único modelo de representação do Universo, no caso o modelo do Big Bang. É curioso a ênfase dada por um deles quando responde: “Todos, porque são todos fascinantes... estudei coisas que nunca passaram pela minha cabeça e achei incrível!”.

Questão 08: Que objeto celeste ficou mais compreensível pra você após estudarmos o Texto 3: "Identificando corpos celestes"? Comente.

Respostas mais significantes

“Os Cometas, diante de como ele são formados”.
“As Estrelas. É incrível o fato de uma estrela ser ‘uma bola de fogo’ enorme que passa a ‘vida’ em luta com a gravidade”.
“As Estrelas. Gostei das explicações de como uma estrela ‘nasce’: é uma questão bem interessante porque os cientistas teorizam que as estrelas nascem por causa de explosões e implosões”.
“Não tenho”.
“As Estrelas, pelo simples fato delas terem um objetivo. Resistir a gravidade. isso é muito legal, no final ela ainda pode virar uma estrela de nêutrons gigante, muito louco!”
“As Estrelas, já que sempre tive curiosidade de saber o papel delas, em nosso Universo”.
“Os Cometas, por que é mais fácil de aprender”.
“As Estrelas por que fiquei sabendo como ‘nascem’, ‘vivem’ e ‘morrem’.”
“As Estrelas. Elas são muito complexas”.
“As Estrelas. Por causa da sua própria luminosidade”.
“Os Cometas, por serem considerados corpos celestes que possuem um tamanho pequeno realizando deslocamento em torno do sol”.
“Os Meteoroides. Achei que ficou bem explicado a definição de cada corpo celeste, mas os meteoroides ficaram mais compreensíveis, na minha opinião”.
“Os Satélites, por serem pequenos corpos celestes que se encontram próximo a astros maiores”.
“Os Meteoroides. O texto é bastante explicativo”.
“Na parte dos corpos celestes eu achei todos interessantes e bem explicados, porém o que mais me chamou atenção foram os Planetas, pois eu gostaria muito de descobrir, comprovadamente, como surgiram, pois acho muito interessante o estudo em torno deles”.

Comentários: Nesta questão, vemos os alunos darem ênfase ao que aprenderam acerca das Estrelas. Torna-se evidente uma aprendizagem significativa. De acordo com Marco Antônio Moreira, a aprendizagem significativa ocorre quando ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendente já sabe. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2012, p. 2).

Questão 09: Você conseguiu construir uma melhor noção de seu lugar no Universo? Sabe agora com que tipo de escala podemos imaginar as dimensões do Universo conhecido? Expresse sua opinião.

Respostas mais significantes

“Nós não estamos aqui por acaso, somos produto disso tudo”.
“Sim, porque o ser humano é o único ser que pensa e que constrói objetos”.
“Bom, é legal pensar no Universo como algo tão sutil, com partículas pequenas... é algo que pode se acabar um dia como não...”
“Sim. Nós seres humanos somos os únicos animais racionais existentes. Construímos objetos e pensamos, coisa que os demais não fazem”.
“Não. Mas creio que somos seres insignificantes, que achamos que ‘mandar’ no Universo, será mesmo?”
“De maneira bem informal: a Terra seria nossa casa, o sistema solar nosso bairro, a via Láctea nossa cidade, e o Universo nosso país”.
“Sim, o termo ‘estrutura em grande escala’ se refere à caracterização das distribuições observáveis de matéria e luz nas maiores escalas”.
“Sim, agora sei quão vasto pode ser o Universo...”
“Sim, pelo o que entendi o Universo vai muito além de números...”
“Sim, um pouco. Chega a ser quase inacreditável as coisas que ainda tem por aí e ainda por descobrir”.
“Sim, pois em comparação ao vasto Universo temos tamanho minúsculo. Poderíamos comparar a nossa existência a um formigueiro: As formigas estariam para os seres humanos, tal como os planetas estariam para o Universo, mantendo-se as devidas proporções...”
“Sim. Nós somos a consciência cósmica, nós somos como o Universo reflete sobre si mesmo”.
“Sim. Eu entendi que a existência de vida no Universo tem um propósito”.
“Acredito que a gente se vê tão grande, mas diante do Universo não somos tão grandes como parece... tem tanta coisa pelo Universo que ainda não sabemos... isso faz com que muitos se questionem: ‘qual o meu lugar em algo tão grande assim?’.”
“Bem, quando imaginamos esse Universo enorme, imaginamos como somos minúsculos. Aqui em terra firme, nós nos achamos enormes, os objetos, os automóveis... E comprando isso ao espaço, a todo o planeta Terra, percebemos que somos apenas pontinhos em meio a um mundo gigantesco...”
“Eu gostaria muito de entender um pouco mais sobre o nosso planeta, gostaria de saber se existem outros com vida e etc..., acho muito interessante a diferença de como nos vemos aqui e de como vemos a Terra como um todo... somos tão pequenos e o mundo é tão grande! Ainda não sei direito meu lugar nesse imenso planeta e mais ainda no Universo, mas espero um dia descobrir”.

Comentários: A maioria das respostas é positiva. No questionário inicial (conhecimentos prévios, perguntas fechadas) 73% dos estudantes consideravam o Universo imenso, mas não sabiam dimensionar a escala de tamanho. Agora, essa noção se amplia, depois de se estudar em mais detalhes as vastas dimensões consideradas e algumas das analogias usadas para melhor compreensão das distâncias envolvidas. Além disso, de acordo com Gleiser (2010, grifos nossos) “se nos perdemos na vastidão do cosmo, se sentimos o peso de sermos as únicas

criaturas a questionar o porquê das coisas, devemos também celebrar a nossa existência breve. Ao que parece, somos a ‘consciência cósmica’, somos como o ‘Universo pensa sobre si mesmo’.”

Questão 10: Do site <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/> qual matéria ou página mais lhe chamou a atenção? Comente.

Respostas mais significantes

“O ‘Catalogo de corpos celestes’, por ser um conteúdo que me agrada”.
“As ‘Teoria Cosmológicas’, porque explicam como o Universo funciona”.
“O ‘Mistério do mundo, o quarto estado da matéria’.”
“As ‘Teoria Cosmológicas’ porque apresenta vários fatos interessantes”.
“Todos têm sua respectiva importância, e me chamaram atenção especificamente”.
“O texto sobre as ‘Teorias, modelos e o Big Bang’, me chamou bastante atenção por explicar o surgimento do Universo”.
“Os corpos celestes...”
“A matéria escura...”
“O quarto estado da matéria”.
“O texto de apoio 4”.
“O catálogo de corpos celestes”.
“O artigo sobre a matéria escura”.
“A ‘nossa posição e importância nesse imenso Universo’. Eu me identifiquei com esse texto...”
“As ‘Teorias cosmológicas contemporâneas’ pelo fato de questionar o surgimento do Universo e considerar a existência de outros Universos...”
"Nossa posição e importância nesse imenso universo." Achei um assunto extremamente interessante, fala sobre a teoria da vida extraterrestre (que em minha opinião, todos temos dúvidas quanto a isso). Sem falar do título que foi o que mais me prendeu. Saber nossa importância no universo. Assunto excelente.
“Na minha opinião com toda certeza foi a ‘Teoria do Big Bang’... aprendi bastante: Por exemplo, descobrir que não foi uma ‘explosão’ e sim uma ‘grande expansão’... acho muito interessante estudar as teorias sobre o surgimento do nosso Universo; e também achei bem complexa...”
“O mistério do mundo”.

Comentários: Essa questão visava aferir o interesse pelo PE e matérias postadas nele. Vemos das respostas selecionadas acima que alguns dos estudantes se interessaram por um ou outro artigo postado no site, o que demonstra que, ao menos, houve apropriação das palavras, dos termos, dos conceitos, ao menos para uma boa parcela dos estudantes que responderam ao

questionário; e a busca de outros assuntos não tão relacionados com o que estava sendo estudado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até aqui foram descritos os resultados alcançados com as reflexões geradas a partir deles. Mais que isto e além do já exposto e de acordo com a nossa interpretação à luz das teorias pesquisadas, estes resultados também oferecem salutar estímulo para que outros professores possam sentir-se inspirados a realizar trabalho semelhante ao criarem seus próprios sites como apoio didático em suas aulas de Física, usando recursos tecnológicos de interação remota como plataformas educacionais ou ferramentas audiovisuais online.

Os estudantes, de outro lado, demonstraram grande interesse nos estudos quando a eles foram proporcionados recursos de animação e mídia atuais, além daqueles tradicionalmente utilizados na maioria de nossas escolas. Os resultados dessa pesquisa mostraram que o processo de ensino e aprendizagem mediado pelo website (PE) gerou nos alunos disposição para aprender mais, em razão das atividades online permitirem rever conceitos e problemas, vistos anteriormente de forma tradicional, sob uma nova perspectiva.

A realização das atividades e as avaliações, mesmo de forma remota, mas pensando e questionando reflexivamente, favoreceu o estabelecimento de relações entre aquilo que já sabiam e os novos objetos de conhecimento.

O projeto de pesquisa que no início previa uma investigação alternando o ensino remoto ao presencial no ambiente da escola, foi todo concretizado exclusivamente de forma remota, em razão da crise epidêmica que se abateu sobre o mundo no decorrer do período letivo de 2020.

Esta mudança de planos, entretanto, não prejudicou o desenvolvimento da pesquisa e aplicação do PE cujo uso a partir de uma UD mediada por um AVA (o Google Classroom), direcionou todas as aulas, atividades e avaliações remotas realizadas pelos alunos participantes (estudantes da 1ª e 2ª série do EM).

A estratégia metodológica, pensada inicialmente com o intuito de facilitar a assimilação e a construção de novos esquemas cognitivos, objetivou despertar um maior interesse e motivação dos estudantes por assuntos de Física, sob um ponto de vista cultural mais amplo.

Através da apresentação gradual de temas relacionados à Astronomia, Astrofísica e Cosmologia, o PE fundamentando-se em capítulos dos livros ou adaptações de artigos escritos pelo físico Marcelo Gleiser em seu trabalho de divulgação científica, resultou do seguinte problema: “Um site na internet com a finalidade de incentivar a utilização de material de

divulgação científica é capaz de estimular a aprendizagem de conceitos fundamentais de Física a alunos do Ensino Médio?”.

E partiu da hipótese de que o evidente desinteresse dos estudantes pela Física ensinada no EM tem como fator agravante duas causas: a presença marcante de um ensino tradicional e a resistência que os professores apresentam de inserir em suas aulas metodologias e estratégias de ensino estimulantes e motivadoras.

Para atingir os fins a que nos propúnhamos na busca de resposta para o problema de pesquisa, recorreremos aos seguintes pressupostos teóricos: a teoria construtivista de Jean Piaget (1896–1980), as bases epistemológicas de Henry Wallon (1879–1962), a perspectiva CTSA com ênfase na alfabetização científica aplicada ao ensino da Física; e o conceito de TD de Yves Chevallard (74 anos).

Posteriormente, foram realizados estudos e reflexões da produção científica do físico Marcelo Gleiser para, ao organizar e selecionar todo o material, elaborar a UD “A Terra e o Universo: Formação e Evolução”; que unida às NTDIC e BNCC teria como base os textos de apoio (1 a 4) que norteariam todas as atividades.

Os cinco encontros com as turmas, em um total de 10 aulas, foram consolidados tendo por núcleo central os temas abordados nos textos de apoio cuja leitura iniciou-se a partir do segundo encontro (aulas 3 e 4). Os textos foram: Texto de apoio 1: “Teorias, Modelos e o Big Bang e suas aplicações na investigação da natureza e do Universo”; Texto de apoio 2: “Teorias Cosmológicas Contemporâneas: Modelando Universos”; Texto de apoio 3: “Catálogo de Corpos Celestes: Identificando os diferentes tipos de corpos celestes e a matéria escura”; e Texto de apoio 4: “Nossa posição e importância nesse imenso Universo: humanocentrismo, vida na Terra e exobiologia”.

Cada um dos textos de apoio gerou acalorados debates e proveitosas discussões. A análise das atividades, das avaliações, dos comentários postados no site revelam que houve melhorias significativas na aprendizagem de conceitos da Física e estímulo à leitura e interpretação de textos especializados; muito embora a oscilação nas participações dos estudantes não forneça resultados definitivos, tendo em vista as razões impeditivas já expostas.

Os debates criaram um ambiente onde os alunos puderam argumentar e através da troca de ideias coletivas tirarem suas dúvidas e curiosidades sobre os temas tratados. Já os vídeos exibidos, incluindo-se aqueles poucos produzidos pelo protagonismo dos estudantes, possibilitaram reforçar o conteúdo transmitido em sala de aula. Estes vídeos permitiram aos alunos entender e memorizar melhor a matéria.

O trabalho lúdico, trabalho modesto, quando foram solicitados a produzir modelos em escala do Sistema Solar, utilizando-se material de baixo custo e bem acessível permitiu aos alunos usarem de criatividade para “materializar”, por assim dizer, significados apenas presentes no plano das ideias e da representação, uma vez que os estudos em Astronomia e Astrofísica exigem aparato tecnológico de observação, além dos recursos próprios disponíveis, seja dos estudantes, do professor ou da própria escola.

Na apreciação dos resultados obtidos nas avaliações, no geral, observa-se moderada aceitação dos estudantes ao curso, notadamente em relação à clareza dos objetivos, à organização do conteúdo, à utilidade dos textos de apoio para a aprendizagem e também, no que se refere à dificuldade de entendimento dos assuntos tratados.

Com o PE, entendemos, o resultado não foi diferente. O website tornou-se referência para as turmas participantes na busca por conhecimentos acerca de assuntos relacionados à Cosmologia e ao próprio trabalho desenvolvido pelo físico Marcelo Gleiser.

É possível afirmar que o website (PE) “Astrofísica e Cosmologia para o Ensino Médio” disponível a alunos e professores no endereço <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/> ofereceu aos estudantes amostrados oportunidade para aquisição de novos significados na construção de conceitos, pelas percepções de mudanças ocorridas no domínio cognitivo, afetivo, conceitual e pelas evidências de aprendizagem significativa demonstradas no comportamento dos participantes ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, J. P.; PIETROCOLA, M., e PINHEIRO, T. de F. A eletrostática como exemplo de transposição didática. In: Mauricio Pietrocola. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2001. p. 77-99.

ARANHA, Maria Lúcia de Arruda; MARTINS, Maria Helena Pires. **Filosofando: introdução à Filosofia**. 4ª ed. São Paulo: Moderna, 2009.

AMORIM, Toni; SILVA, José P. Pereira. **Uso do Computador para o ensino de Física com base na Aprendizagem Significativa**. 2016. Disponível em: <http://www.visauniversitaria.com.br/ojs/index.php/home/article/download/88/67>. Acesso em: 22 abr. 2018.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2011.

BARROW, John D.; SILK, Joseph. **A Mão Esquerda da Criação: origem e evolução do Universo em expansão**. 1 ed. Lisboa: Gradiva publicações, 1989.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: EDUFSC, 1998. 319p.

BECKER, Fernando. **O que é o construtivismo?** Ideias, nº 20. São Paulo: FDE, 1994. p. 87-93. Disponível em: http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_20_p087-093_c.pdf. Acesso em: 27 jan. 2020.

BEHAR, Patricia Alejandra e colaboradores. **Modelos Pedagógicos em Educação a Distância**. Porto Alegre: ARTMED EDITORA, S.A. 2009.

BNCC: Uma Jornada da Teoria à Prática. **Revista Educar Transforma**, São Paulo, ano 5, edição 5, 2019.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2002. 144 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2016.

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

Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

Acesso em: 10 jan. 2020.

BUNGE, M. **Teoria e realidade**. São Paulo: Perspectiva, 2008.

CARVALHO, Maria Vilani Cosme de; MATOS, Kelma Socorro Lopes de [Orgs.].

Psicologia da Educação: Teorias do Desenvolvimento e da Aprendizagem em Discussão.

Edição atualizada. Fortaleza: EdUECE, 2015.

CHEVALLARD, Y; BOSH, M. e GASCÓN J. **Estudar Matemáticas: o Elo entre o Ensino e a Aprendizagem**. Artmed. Porto Alegre, 2001.

CRESWELL, J. W.; PLANO-CLARK, V. L. **Pesquisa de métodos mistos**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

COLL, César; MONEREO, Carles. **Psicologia da Educação Virtual: aprender e ensinar com as Tecnologias da Informação e da Comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DIONNE, H. **A pesquisa-ação para o desenvolvimento local**. Brasília: Liber, 2007.

DORNELLES, R. J. **A utilização de tecnologias de Internet na educação a distância:**

o caso de uma disciplina de graduação da Escola de Administração da Universidade

Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2001. Dissertação de Mestrado

em Administração. Disponível em:

http://www.ea.ufrgs.br/professores/hfreitas/files/orientacao/mestrado/defesa/pdf/28dissertacao_dornelles.pdf. Acesso em: 28 ago.2020.

EINSTEIN, A. **Como Vejo o Mundo**. Tradução H. P. de Andrade. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1981.

EURYDICE. **Science education in Europe: national policies, practices and research**.

Brussels: EACEA, 2011. Disponível em:

http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/eurydice/sciences_EN.pdf. Acesso em: 19 out. 2019.

ELLIOTT, John. **La investigación-acción en educación**. Madrid: Ediciones Morata, 1997.

FERREIRA, Elvis Camilo. **Inclusão de Astrofísica e Cosmologia no Ensino Médio**: uma motivação ao estudo de Ciências. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Presidente Prudente, 2011.

FEYNMAN, Richard. **The Character of Physical Law**. The MIT Press, Cambridge Mass, 1967.

FOUREZ, G. **A Construção das Ciências**. SP: Editora da Unesp, 1995.

FLICK, U. **An introduction to qualitative research**. 4. ed. Thousand Oaks: Sage, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GLEISER, Marcelo. “**A ciência deve ser nossa parceira no processo de autoconhecimento**”: entrevista [10 nov. 2016]. Entrevistadora: Cecília Araújo. Portal Na pratica.org. Projeto da Fundação Estudar. Disponível em: <https://www.napratica.org.br/marcelo-gleiser-ciencia-deve-ser-nossa-parceira-no-processo-de-autoconhecimento/>. Acesso em: 03 nov. 2017.

GLEISER, Marcelo. In: **Wikipédia**, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2019. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Marcelo_Gleiser&oldid=56107700. Acesso em: 31 ago. 2019.

GLEISER, Marcelo. Origens: Mitos de Criação. In: **A dança do Universo**: dos mitos de Criação ao Big Bang. 3. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

GLEISER, Marcelo. Criação. In: **A Criação Imperfeita**: Cosmos, Vida e o Código Oculto da Natureza. 3. ed. Rio de Janeiro: Record, 2010. p. 7-13.

GLEISER, Marcelo. **Micro/Macro**: Representações do infinito. Especial para a Folha de S. Paulo. São Paulo, 14 jan. 2001. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1401200107.htm>. Acesso em: 15 jan. 2021.

GLEISER, Marcelo. **O Homem e o Universo**. Ciência. Folha de S. Paulo. São Paulo, 31 jan. 2010. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe3101201002.htm> . Acesso em: 01 mar. 2021.

GONÇALVES, Paula P. **O autismo e a aprendizagem escolar**. Só Pedagogia. [S.I.] 2013. Disponível em: <http://www.pedagogia.com.br/artigos/autismo/index.php?pagina=1>. Acesso em: 10 jun. 2018.

HAWKING, Stephen W. **Uma Breve História do Tempo: do Big Bang aos Buracos Negros**. Rio de Janeiro: Rocco, 2000.

INSTITUTO UNIBANCO. **O desafio de formar leitores na escola**. Aprendizado em foco. Nº 40, mai. 2018. Disponível em: <https://www.institutounibanco.org.br/aprendizagem-em-foco/40/>. Acesso em: 14 set. 2019.

KEMMIS, Stephen; McTAGGART, Robin. **Cómo planificar la investigación-acción**. Barcelona: Laertes, 1988.

KARAM, Ricardo Avelar Sotomaior. **Estruturação Matemática do Pensamento Físico no Ensino: Uma Ferramenta Teórica para Analisar Abordagens Didáticas**. 2012. 275 p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, SP, 2012.

KANTOR, C. A. **A Ciência do Céu: Uma Proposta para o Ensino Médio**. São Paulo: Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo. Instituto de Física – Departamento de Física Experimental. 2001.

KARDEC, Allan. **A Gênese**. Tradução de Victor Tollendal Pacheco. Apresentação e notas de J. Herculano Pires. 2ª ed. São Paulo: LAKE, 2003.

KOESTLER, Arthur. **O Homem e o Universo: Como a concepção do Universo se modificou através dos tempos**. 2 ed. São Paulo: Ibrasa, 1989.

KHUN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. 5ª ed. SP: Perspectiva, 1988.

LA TAILLE, Yves de; OLIVEIRA, Marta Kohl de; DANTAS, Heloysa. **Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão**. São Paulo: Summus, 1992.

LEITE, M. S. S. C. P.; DE ALMEIDA, M. J. B. M. Compreensão de termos científicos no discurso da Ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 4, p. 458 - 470, 2001.

LIMA, E. A. GAIO, D. C. **FÍSICA: a importância da experimentação associada ao lúdico**. Cuiabá, 2009.

LOPES, Maria Imaculata Vassalo. **Pesquisa em Comunicação: Formulação de um modelo metodológico**. 8. ed. São Paulo, Loyola, 2005.

LUCKESI, C.C. **Avaliação da Aprendizagem Escolar**, 19. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

MACHADO, Juliana; BRAGA, Marco. **A Conceitualização de Modelos em Física: Aproximações e Distanciamentos entre as Visões de Mário Bunge e Gérard Vergnaud**. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. Versão online, vol.22. Belo Horizonte, 30 mar. 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172020000100304&tlng=pt. Acesso em: 15 jan. 2021.

MAHONEY, M. **What is constructivism and why is it growing?** Contemporary Psychology, nº 49, 2004, p. 360-363.

MAHONEY, Abigail Alvarenga; ALMEIDA, Laurinda Ramalho de. Afetividade e processo ensino-aprendizagem: contribuições de Henri Wallon. **Psicologia da educação**, São Paulo, n. 20, p. 11-30, jun. 2005. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-69752005000100002&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 23 jun. 2018.

MASSARANI, Luisa. **Admirável mundo novo: A ciência, os cientistas e a dupla hélice sob o olhar de estudantes**. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: UFRJ, 2001.

MEC. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb)**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/educacao-basica/saeb>. Acesso em: 27 jun. 2018.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M.; SALDAÑA, J. **Qualitative Data Analysis: A Methods Source book**. 3. ed. Thousand Oaks: Sage, 2014.

MIRANDA, M. I. Conceitos Centrais da Teoria de Vygotsky e a Prática Pedagógica. **Ensino em Re-Vista**, p. 7-28, 2005.

MORGAN, M. S.; MORRISON, M. **Models as mediators: Perspectives on natural and social science**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Revista cultural La Laguna Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf> . Acesso em: 28 fev. 2021.

NETO, Thyrso Villela. **Cosmologia: A Aventura Espetacular da Descoberta do Universo**. **Ciência Hoje**, vol.36, nº 216, p.22-24, 2005.

OLIVEIRA, André Jorge de. **12 reflexões que vão te introduzir ao pensamento de Carl Sagan**. Revista Galileu online. 10 mar. 2015. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Espaco/noticia/2015/03/12-reflexoes-que-vaio-te-introduzir-ao-pensamento-de-carl-sagan.html>. Acesso em: 15 jan. 2021.

PALLOFF, R. M.; PRATT, K. **O aluno virtual**: um guia para trabalhar com estudantes on-line. Porto Alegre: Artmed, 2004.

PAWLOWSKI, C. S., ANDERSEN, H. B., TROELSEN, J., & SCHIPPERIJN, J. Children's physical activity behavior during school recess: A pilot study using GPS, accelerometer, participant observation, and go-along interview. **Plos One**, 11(2), e0148786. doi:10.1371/journal.pone.0148786, 2016.

PIAGET, Jean. **O Estruturalismo**. Rio de Janeiro: DIFEL, 2003.

PIAGET, Jean. **Biologia e Conhecimento**. 2ª ed. Vozes: Petrópolis, 1996.

PIAGET, Jean. **Seis estudos de Psicologia**. 24ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2002.

PIAGET, Jean. **O nascimento da inteligência na criança**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

RABELLO, Maria Eduarda. **Lições do coronavírus**: ensino remoto emergencial não é EAD. Desafios da Educação, 2020. Disponível em: <https://desafiosdaeducacao.grupoa.com.br/coronavirus-ensino-remoto/>. Acesso em: 08 ago. 2020.

SAGAN, Carl. **Cosmos**. Tradução: Angelo do Nascimento. Revisão Técnica: Airton Lugarinho. Rio de Janeiro: F. Alves, 3ª ed. 1982.

SANTOS, W. L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. [Orgs.]. **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília, DF: Editora UNB, 2011, p. 21-48.

SÁNCHEZ, Lourdes P. El foro virtual como espacio educativo: propuestas didácticas para su uso. **Verista Quaderns Digitals Net**, n.40, p.1-18, 2005. Disponível em: http://www.quadernsdigitals.net/datos_web/hemeroteca/r_1/nr_662/a_8878/8878.html. Acesso em: 28 ago. 2020.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Penso, 2013.

SOARES, D. **Astronomia**: O que é e para que serve? 01 jan. 2016. Disponível em: <http://lilith.fisica.ufmg.br/~dsoares/extn/astrn/astrn.htm>. Acesso em: 26 out. 2019.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2011.

VON BAEYER, Hans Christian. **Arco-Íris, Flocos de Neve, Quarks**: A Física e o Mundo que nos rodeia. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994.


WIGNER, E. P. The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences. In **Communications in Pure and Applied Mathematics**, 13 (1), p. 1 – 14, 1960. Disponível em: <http://www.dartmouth.edu/~matc/MathDrama/reading/Wigner.html>. Último acesso em: 15 jan. 2021.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: Planejamento e Métodos. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICES

Apêndice A

Questionário Online Perfil/ Entrevista aplicado com o propósito de sondar as ideias prévias ou concepções alternativas dos estudantes participantes



Seção 1 de 3

Perfil / Entrevista

SOBRE ASTRONOMIA, COSMOLOGIA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

INSTRUÇÕES PRELIMINARES:

- (1) Responda com atenção às perguntas propostas a seguir (Elas ficarão disponíveis por duas semanas, por isso responda com paciência).
- (2) Você só poderá respondê-las uma única vez.
- (3) O questionário está composto de perguntas objetivas e subjetivas.
- (4) Logo a seguir você confere a justificativa da proposta deste formulário que terá relação com as nossas aulas de Física durante esse semestre.
- (5) Desde já agradeço sua atenção e participação.

TERMO DE CONSENTIMENTO E ADESÃO PARA PARTICIPAR COMO COLABORADOR DESTA PESQUISA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA - CCN
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

ORIENTADOR: Prof. Dr. Célio Aécio Medeiros Borges

PESQUISA: UM WEBSITE SOBRE O ESTUDO DO UNIVERSO mediada pela divulgação científica do físico Marcelo Gleiser

Você está sendo convidado para participar como voluntário de uma pesquisa no Ensino de Física, conduzida pelo mestrando MIGUEL ANGELO SOUSA SILVA. Uma vez que suas informações e respostas serão mantidas em sigilo, não há necessidade de identificação, estando seu uso restrito apenas ao escopo desta atividade.

A Unidade Didática (UD) TERRA E UNIVERSO: FORMAÇÃO E EVOLUÇÃO que será desenvolvida em nossas aulas remotas, concomitante à utilização do website será apresentada neste 2º semestre de 2020, a partir de planos de aula organizados pelo professor-pesquisador, textos de apoio adaptados do material selecionado da obra do físico Marcelo Gleiser e diversas outras atividades, dirigidas às turmas de 1º e 2º séries na disciplina Física da Unidade Escolar prof. Felismino Freitas.

Para maiores esclarecimentos, procure a Coordenação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, do Centro de Ciências da Natureza, da Universidade Federal do Piauí, ou o pesquisador responsável por esta pesquisa.

Quaisquer outras dúvidas, caso as tenha, pergunte ao responsável (seu professor de Física).

Aceita participar? *

Sim.

Não.

Seção 2 de 3

Seu Perfil

Descrição (opcional)

01. Idade: *

Texto de resposta curta

02. Sexo: *

Masculino.

Feminino.

Seção 3 de 3

AGORA A ENTREVISTA

Descrição (opcional)

03. Quantos livros você costuma ler por ano? *

Nenhum.

apenas 1.

2 a 3.

mais de 3.

04. Qual o gênero dos livros que costuma ler? (marque apenas uma das alternativas ou aponte outro) *

Romance.

Suspense.

Ficção Científica.

HQ (quando em formato de livro).

Outros...

05. Já leu algum livro (todo ou parte dele), artigo de revista ou periódico, impresso ou online que tratasse de assuntos relacionados com o espaço e o Universo? Poderia citar? *

Texto de resposta longa

06. Que notícias você conhece na mídia que mostram o conhecimento da Física como componente cultural e dependente do contexto social, econômico e até político das nações implicado nas descobertas de astrônomos por todo o mundo? *



- quando ouve falar que planetas semelhantes ao nosso foram descobertos.
- quando anunciam a queda de meteoros ou meteoritos na superfície de nosso planeta.
- quando mostram imagens da Terra vista do espaço.
- Outros...

07. O que você entende por "teoria"? *

Texto de resposta longa

08. O que você entende quando ouve falar a respeito de "teoria do big bang"? Explique. *

Texto de resposta longa

09. Sabe o significado de 'modelo' conforme o uso empregado na Ciência (notadamente na Física)? *

- Sim, já ouvi falar, mas não sei explicar.
- Sim, já ouvi falar nas aulas de ciências, mas não compreendi ao certo o seu significado.
- Não, nunca ouvi falar em lugar algum.
- Não sei absolutamente nada a respeito.

10. Em sua opinião, o que melhor explicaria a regularidade observada no movimento de todos os astros no espaço? *

- a explosão do big bang no início de tudo.
- a conservação e manutenção de relações ou leis matemáticas precisas das órbitas de estrelas e planetas.
- a presença de um buraco-negro massivo localizado no centro de nossa galáxia.
- o fato do espaço-tempo ser curvo e quadridimensional.

11. Em sua opinião: o Universo é finito ou infinito? *

- finito e sem 'nada' além de suas fronteiras.
- infinito espacialmente e temporalmente.
- não sei, não tenho ideia acerca disso.
- Outros...

12. Como você explica a escuridão do espaço a noite? *

Texto de resposta longa

13. Saberá explicar o que é uma 'galáxia'? (Escreva sua resposta com suas próprias palavras) *

Texto de resposta curta

14. Você tem conhecimento de outros 'modelos' de representação do Universo, fora aquele modelo descrito pela teoria do big bang? *

- Sim.
- Não.

15. Conhece algum objeto celeste (como por exemplo, asteroide, cometa, meteoro, etc) que já ouviu falar ou pesquisou em alguma mídia, e que não compreende plenamente, mas gostaria muito de entender? Cite-o. *

Texto de resposta longa

⋮

16. Você tem noção de seu lugar no Universo? Sabe com que tipo de escala podemos imaginar as dimensões do Universo conhecido? *

- Sei que o Universo é imenso, mas não sei dimensionar tamanha escala.
- Sei que o Universo é imenso e tenho noção aproximada de sua dimensão.
- Sei que as escalas de dimensão do Universo são astronômicas, mas não tenho noção alguma disso.
- Desconheço completamente qual nossa posição no Universo porque pouco penso acerca desse assunto.

17. Quais as personalidades (físicos, pesquisadores, cientistas) que você conhece que no decorrer da história forneceram alguma contribuição para o entendimento das leis que regulam os corpos celestes e que revolucionaram o nosso entendimento em torno do Universo? Aponte-os. *

Texto de resposta curta

18. O físico Marcelo Gleiser em um de seus livros ("Criação Imperfeita: Cosmo, Vida e o Código Oculto da Natureza", de 2010) escreveu, no cap. 17, o seguinte:

17
VOLTANDO À ORIGEM DO TEMPO

A revolução quântica teve um impacto profundo na nossa compreensão do Universo: Gamow e seus colaboradores usaram a física atômica para prever a existência da radiação cósmica de fundo detectada por Penzias e Wilson; aplicaram a física nuclear para construir um cenário que explicasse como os núcleos dos elementos químicos mais leves foram forjados durante os primeiros três minutos após o "bang". (Portanto, bem mais cedo do que os átomos de hidrogênio.) Daí o título do livro de Weinberg, "Os três primeiros minutos". Originalmente, Gamow tentou mostrar que todos os elementos químicos foram criados durante os primeiros minutos da infância cósmica.

No entanto, algumas de suas suposições estavam incorretas. Após uma década de muita discussão, Fred Hoyle, um astrofísico inglês, mostrou que apenas os núcleos dos elementos mais leves e os dos seus isótopos (hidrogênio, hélio e lítio) foram criados no Universo primordial. Todos os outros elementos químicos são gerados durante 'a morte das estrelas'. A química da vida — carbono, oxigênio, nitrogênio etc. — vem do furioso processo de fusão nuclear que ocorre quando uma estrela sucumbe finalmente à sua própria gravidade e entra em colapso.

Do que você leu, escreva a seguir, com suas próprias palavras, qual foi o seu entendimento desse pequeno trecho, descrevendo o que o autor quis demonstrar. *

Sua resposta

Voltar

Enviar

Página 3 de 3

Apêndice B

Print da página do website apresentando a seção “Textos para análise e discussão”: clicando no botão “TEXTOS PARA ANÁLISE” da imagem abaixo o leitor é direcionado para página na internet

Astrofísica e Cosmologia para o Ensino Médio

----- Marcelo Gleiser e sua Obra Inspiradora -----

Pesquisar no site

[Página inicial](#) - Textos para análise e discussão

Contato

Astrofísica e Cosmologia para o Ensino Médio

transcomunicador04@hotmail.com

PÁGINA INICIAL

SOBRE

CARO PROFESSOR

MARCELO GLEISER

ARTIGOS

SALAS VIRTUAIS

LINKS DE INTERESSE

ENTREVISTAS

TEXTOS PARA ANÁLISE

LIVROS PUBLICADOS

FÓRUM DISCUSSÃO

PRODUÇÕES

Textos para análise e discussão

Primeiro **texto de apoio** de nossa Unidade Didática sobre Astronomia adaptado de artigos e/ou capítulos dos livros de divulgação científica escritos pelo físico Marcelo Gleiser.



Texto 1

E suas aplicações na investigação da natureza e do Universo

Miguel Ángel Scusa Silva

Acesso no link abaixo:

[TEXTO 1 Teorias em Física](#)

Notícias sobre Gleiser:

g1.globo.com/ciencia

Evolução do Universo: Passado, Presente e Futuro

www.editoradobrasil.com.br/oeds/DFEM1002

CosmoSapiens

www.youtube.com/watch?v=6B_6K-splRU

Apêndice C

Questionário final de avaliação do PE e autoavaliação complementada por perguntas específicas com o objetivo de avaliar a aprendizagem significativa do que foi abordado na UD



Questionário Avaliação da UD e do PE

Questionário autoavaliativo e de avaliação de conhecimentos e significados apreendidos no estudo da nossa Unidade didática sobre Astronomia e Astrofísica mediada por website. Desfecho.

PREZADO ESTUDANTE,

Sobre a pesquisa que estamos desenvolvendo nesta escola é chegado o momento de avaliarmos desempenho e significados produzidos, por você aluno, no processo de apropriação do conhecimento a partir do estudo que fizemos sob mediação do website criado e aplicado de forma remota no âmbito de um Mestrado Profissional em Ensino de Física.

Para tanto, solicito que respondam o questionário que segue. Ele está constituído de seções: (1) Autoavaliação / Avaliação das aulas e (2) Revisitando conceitos.

Assim, mais uma vez contamos com o seu apoio e colaboração no sentido de que responda com sinceridade e fidelidade o questionário, lembrando que não há necessidade de se identificar.

Atenciosamente,
Prof. Miguel Angelo

INSTRUÇÕES PRELIMINARES:

- (1) Responda com atenção às perguntas propostas a seguir (elas ficarão disponíveis durante duas semanas, por isso responda com paciência).
- (2) Você só poderá respondê-las uma única vez.
- (3) O questionário está composto de perguntas objetivas e subjetivas.
- (4) Desde já, mais uma vez, agradeço sua atenção e participação.

SEÇÃO 1 - AUTOAVALIAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS AULAS REMOTAS

Avalie: *

	Fraco	Moderado	Satisfatório	Muito bom	Excelente
Seu nível de dedicação ao curso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Seu nível de aprendizado: *

	Fraco	Moderado	Satisfatório	Muito bom	Excelente
Nível de habilidade e conhecimento no início deste estudo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de habilidade e conhecimento ao final do curso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de habilidade e conhecimento exigido para concluir o curso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Contribuição do curso para seu conhecimento acerca de aspectos fundamentais do nosso Universo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A habilidade e receptividade do professor *

	Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo plenamente
O professor foi atencioso e paciente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

As apresentações e redação dos textos e atividades foram claras e organizadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O professor estimulou o interesse dos alunos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O professor usou bem o tempo durante as aulas remotas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O professor foi acessível e prestativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Conteúdo do curso *

	Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo plenamente
Os objetivos foram claros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O conteúdo do curso foi organizado e bem planejado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os textos de apoio foram bastante úteis, abrangentes e me proporcionaram aprendizagem significativa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O curso foi organizado para permitir a participação de todos os alunos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Encontrei dificuldades de entendimento dos assuntos tratados em razão da presença de conceitos científicos complexos

Que nota você daria em sua avaliação geral do curso? *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

Voltar

Próxima

Página 2 de 3

SEÇÃO 2 - REVISITANDO CONCEITOS

01. Tendo em vista o que estudamos em nossa UD, agora o que você entende por "teoria"? (Responda com suas próprias palavras) *

Sua resposta

02. As teorias sobre o surgimento do Universo e descrição de sua estrutura ficaram mais fáceis de serem compreendidas? Por exemplo, a teoria do Big Bang, como você a entende agora? *

Sua resposta

03. E desta vez qual é o seu entendimento de 'modelo' e como ele se aplica em Astrofísica e Astronomia? *

Sua resposta _____

04. Saberá explicar agora como você compreende a regularidade observada no movimento de todos os astros no espaço? *

Sua resposta _____

05. De tudo o que você estudou em nosso curso é possível concluir se o Universo é finito ou infinito? Comente sua resposta. *

Sua resposta _____

06. Como você explica agora a escuridão do espaço a noite? *

Sua resposta _____

07. Que modelo de Universo mais lhe chamou a atenção? Por quê? *

Sua resposta _____

08. Que objeto celeste ficou mais compreensível pra você após estudarmos o Texto 3: "Identificando corpos celestes"? Comente. *

Sua resposta _____

09. Você conseguiu construir uma melhor noção de seu lugar no Universo? Sabe agora com que tipo de escala podemos imaginar as dimensões do Universo conhecido? Expresse sua opinião. *


Sua resposta _____

10. Do site <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/> qual matéria ou página mais lhe chamou a atenção? Comente. *

Sua resposta

Voltar

Enviar

 Página 3 de 3

Apêndice D

Teste de avaliação da aprendizagem do Texto de apoio 4



Tarefa de Análise e Discussão do Texto 4

Link de acesso ao texto:

https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/_files/200001121-36af236af4/TEXT0%204%20Nossa%20posi%C3%A7%C3%A3o%20e%20import%C3%A2ncia%20nessa%20imensid%C3%A3o.pdf

As questões a seguir deverão ser respondidas de acordo com o texto.

5 pontos.

Entregar até a 0h de hoje.

Para o cálculo da nota, sua pontuação será dividida por 2.

Obs: Responda com atenção e escreva respostas coerentes de conformidade com as perguntas propostas. Construa suas respostas, escrevendo-as com suas próprias palavras, ok?

***Obrigatório**

Endereço de e-mail *

Seu e-mail _____

Nome: *

Sua resposta

Série e turno: *

Sua resposta

* O Texto 4 inicia com as palavras seguintes:

Oculto na busca pela unidade de todas as coisas, encontramos a crença de que a vida não pode ser um mero acidente: se forças superiores não tiverem planejado nossa existência, nada faz sentido. Não importa se fomos criados por “deuses”, como afirmam muitas religiões, ou por um universo cujo objetivo é gerar a vida. De um modo ou de outro, nossa presença aqui tem que ter uma razão de ser. A alternativa seria deprimente: qual o sentido da vida se ela tiver surgido **acidentalmente** num universo sem propósito?

Como consequência, muitos se ofendem quando é sugerido que estamos aqui devido a uma série de acasos: Por que somos capazes de pensar, de amar e de sofrer com tanta intensidade, de criar obras de enorme beleza, se mais cedo ou mais tarde iremos todos perecer e, com raríssimas exceções, seremos esquecidos após algumas gerações? Por que somos capazes de refletir sobre a passagem do tempo se não temos o poder de controlá-lo?

01. Em sua opinião, qual a ideia central presente neste pequeno trecho? * 1 ponto

Sua resposta

02. O que seria o "código oculto da natureza"? *

1 ponto

Sua resposta _____

03. O que é o "humanocentrismo" defendido pelo autor? *

1 ponto

Sua resposta _____

04. Que razões o autor expõe que "nos torna muito especiais"? *

1 ponto



Sua resposta _____

05. Escreva a sequência de passos descrita no texto desde as primeiras moléculas inorgânicas até a vida inteligente. *

1 ponto

Sua resposta _____

06. Que condições caracterizam a chamada "zona de habitação" de uma estrela? * 1 ponto



Sua resposta

* Muitos trechos sobre "A raridade da vida" evidenciam certa ignorância e desconhecimento da Ciência acerca de como a vida surgiu sobre a face da Terra. Observe as passagens em destaque:

4. Dado tudo isso, o próximo passo é o mais misterioso: de alguma forma, reações químicas inanimadas

5. Os passos que vão da relativa simplicidade dessa vida primitiva até a complexidade das proteínas e dos ácidos nucleicos pertencentes às primeiras células procariotas também são obscuros. A uma certa

procariotas. Por exemplo, a mitocôndria, a fonte processadora de energia das células modernas, parece ter sido um organismo independente no passado distante que foi ou comido ou absorvido por outro organismo, formando, de modo ainda desconhecido, um novo

Entretanto, ainda não se sabe como os tipos diferentes de DNA desses seres foi unificado num só genoma. Uma explicação alternativa, a Teoria Colonial, propõe que seres

07. O que se pode concluir a respeito desses aspectos 'misteriosos', 'obscuros' ou 'desconhecidos' do surgimento da vida em nosso planeta? * 1 ponto

Sua resposta

08. Em determinado momento seres unicelulares em regime de simbiose geraram seres multicelulares. De acordo com o texto, como isso aconteceu? Que teoria alternativa é citada para explicar o mesmo processo? Comente-a. *

Sua resposta

09. "Vida fora da Terra" (conforme se estuda na exobiologia) implica necessariamente em "vida inteligente"? Explique argumentando conforme o texto. *

Sua resposta

10. O que nos ensina o "paradoxo de Fermi"? Obs: Escreva conforme o seu entendimento. *



Sua resposta

Uma cópia das suas respostas será enviada para o endereço de e-mail fornecido

Enviar

Página 1 de 1

Apêndice E

Um dos formulários de verificação da aprendizagem

6ª AVALIAÇÃO FÍSICA

- (1) Este teste tem 10 questões objetivas. Cada questão correspondendo a 1 ponto.
- (2) Você só poderá enviá-lo uma única vez, portanto, só envie se tiver certeza de suas respostas.
- (3) Sua nota será liberada imediatamente após seu envio.
- (4) Conteúdo: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/textos-para-analise-e-discussao/>

*Obrigatório

Endereço de e-mail *

Seu e-mail _____

NOME: *

Sua resposta _____

SÉRIE e TURNO: *

Sua resposta _____

Sobre o TEXTO 1

Teorias, Modelos e o Big Bang:

https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/_files/200001053-c8797c8799/TEXTO%201%20Teorias%20em%20F%C3%ADsica.pdf

01. Sobre o CONHECIMENTO CIENTÍFICO é correto dizer que: *

1 ponto

- o conhecimento científico é uma estrutura complexa feita de conceitos, definições e consequências, acumulada de modo gradual e recursivo. Do ponto de vista lógico esta estrutura deve ter tanta coerência interna quanto possível. Do ponto de vista empírico ela deve ser constantemente testada em relação a seu objeto, a natureza.
- o conhecimento científico é uma estrutura complexa feita apenas de conceitos, acumulada de modo gradual e recursivo. Do ponto de vista lógico esta estrutura não precisa ter tanta coerência interna. Do ponto de vista empírico ela deve ser constantemente testada em relação a seu objeto, a natureza.
- o conhecimento científico é uma estrutura simples feita de definições e consequências, acumulada de modo recursivo. Do ponto de vista lógico esta estrutura deve ter tanta coerência interna quanto possível. Do ponto de vista empírico ela não precisa ser testada em relação a seu objeto, a natureza.
- o conhecimento científico é uma estrutura complexa feita somente de consequências, acumulada de modo gradual e recursivo. Do ponto de vista lógico esta estrutura deve ter tanta coerência interna quanto possível. Do ponto de vista empírico ela deve ser constantemente testada em relação a seu objeto, a natureza.

02. Um modelo em ciência: *

1 ponto

- em todas as situações, não precisa ser expresso sob forma matemática.
- é uma descrição ou um mapa, uma representação esquemática de algo que ocorre na natureza.
- não deve ser consistente e não precisa ter congruências lógicas internas.
- deve ser capaz de fazer previsões observáveis – sem as quais ele não seria científico – e estas previsões não precisam ser testadas por meio da experimentação ou da observação.

Sobre o TEXTO 2

Teorias Cosmológicas Contemporâneas:

https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/_files/200001097-52a0652a08/TEXTO%202%20Teoria%20Cosmol%C3%B3gicas.pdf

03. As características abaixo:

* espacialmente finito;

* massa, em média, distribuída igualmente por todo seu volume;

* homogêneo (o mesmo em todos os lugares) e isotrópico (o mesmo em todas as direções): não existindo um ponto especial;

* a distribuição de matéria não muda com o tempo.

Dizem respeito a um Universo: *

1 ponto

- estático.
- dinâmico.
- cíclico.
- ilha.

04. Como a maioria de seus colegas em 1917, Einstein considerava que o universo era composto de uma nuvem de estrelas, a Via Láctea, cercada por espaço imenso. O que havia além? O universo era infinito? Se sim, o que impedia uma estrela de deslocar-se para tão longe que não teria nada com que se relacionar? Para evitar esses problemas, Einstein se propôs a desenhar um universo sem limites. Em seu modelo, o espaço se dobraria para encontrar-se com ele mesmo outra vez, como a lateral de uma lata cilíndrica. Mas esse universo era instável, e o cilindro desabaria se alguma coisa não mantivesse seus lados separados. Aquele algo foi um parâmetro arbitrário acrescentado às equações, algo que Einstein chamou de:

- Constante cosmológica. Fisicamente, esse novo termo, representava uma força repulsiva de longo alcance que impediria que a gravidade atraísse tudo 'para dentro', implodindo o universo conhecido.
- Constante cosmológica. Fisicamente, esse novo termo, representava uma força atrativa de longo alcance que impediria que a gravidade atraísse tudo 'para dentro', implodindo o universo conhecido.
- Constante cosmológica. Fisicamente, esse novo termo, representava uma força repulsiva de curto alcance que impediria que a gravidade atraísse tudo 'para dentro', implodindo o universo conhecido.
- Constante cosmológica. Fisicamente, esse novo termo, representava uma força repulsiva de longo alcance que impediria que a gravidade repelisse tudo 'para fora', explodindo o universo conhecido.

05. Marque a alternativa que apresenta corretamente os problemas enfrentados pelo modelo de Universo estacionário que fizeram com que ele fosse abandonado: *

1 ponto

- (1) a estimativa que Hubble fizera da idade do Universo estava incorreta devido a problemas em suas medidas de distância. A idade do Universo era, portanto, cinco vezes maior do que o número original de Hubble, confortavelmente mais velha do que a Terra; (2) as fontes de rádio (objetos astrofísicos que emitem radiação eletromagnética com comprimentos de onda de rádio) contradiziam os cálculos de Hoyle: o modelo do estado estacionário previa um número menor de fontes do que o observado pelo levantamento de Cambridge; (3) o Universo é permeado por uma radiação de corpo negro composta de fótons muito frios: "raios fósseis" de uma época em que o Universo era muito mais quente do que hoje.

- (1) a estimativa que Hubble fizera da idade do Universo estava incorreta devido a problemas em suas medidas de distância. A idade do Universo era, portanto, vinte vezes maior do que o número original de Hubble, confortavelmente mais velha do que a Terra; (2) as fontes de rádio contradiziam os cálculos de Hoyle: o modelo do estado estacionário previa um número maior de fontes do que o observado pelo levantamento de Cambridge; (3) o Universo é permeado por uma radiação de corpo negro composta de elétrons muito frios: "raios fósseis" de uma época em que o Universo era muito mais quente do que hoje.

- (1) a estimativa que Hubble fizera da idade do Universo estava incorreta devido a problemas em suas medidas de tempo. A idade do Universo era, portanto, quatro vezes maior do que o número original de Hubble, confortavelmente mais velha do que a Terra; (2) as fontes de rádio contradiziam os cálculos de Hoyle: o modelo do estado estacionário previa um número menor de fontes do que o observado pelo levantamento de Cambridge; (3) o Universo é permeado por uma radiação de corpo negro composta de fótons muito quentes: "raios fósseis" de uma época em que o Universo era muito mais frio do que hoje.

- (1) a estimativa que Hubble fizera da idade do Universo estava correta devido a problemas em suas medidas de distância. A idade do Universo era, portanto, seis vezes maior do que o número original de Hubble, confortavelmente mais velha do que a Terra; (2) as fontes de rádio contradiziam os cálculos de Hoyle: o modelo do estado estacionário previa um número maior de fontes do que o observado pelo levantamento de Cambridge; (3) o Universo é permeado por uma radiação de corpo negro composta de fótons muito frios: "raios fósseis" de uma época em que o Universo era muito mais frio do que hoje.

Sobre o TEXTO 3

Catálogo de Corpos Celestes:

https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/_files/200001116-ed15aed15c/TEXTO%203%20identificando%20corpos%20celestes.pdf

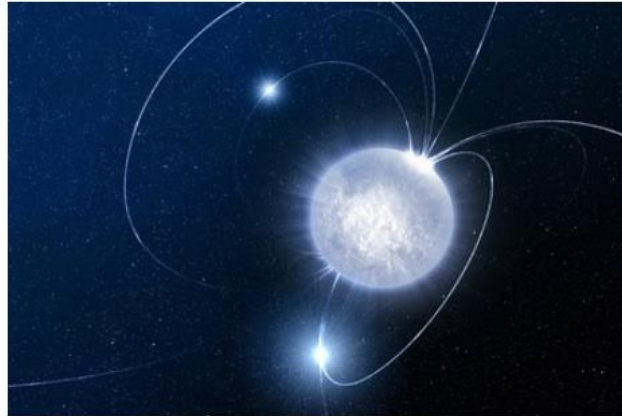
06. Corpo celeste cujo estado normal assemelha-se ao de uma "bola de fogo enorme que passa a vida em luta com a gravidade". Estamos falando de um (a): *

1 ponto

- asteroide.
- satélite natural.
- cometa.
- estrela.

07. O que diferencia uma "anã branca" de uma "estrela de nêutrons"? *

1 ponto



- a massa, o diâmetro e a densidade da estrela. Se a estrela tem massa até 8 vezes a massa do Sol, diâmetro de 10 000 km e densidade igual à que obteríamos se comprimíssemos a torre Eiffel em um centímetro cúbico, então a estrela é chamada de 'anã branca'. Mas se o núcleo central tiver massa até 3 vezes a massa do Sol, diâmetro de apenas 1 Km e densidade 1 000 000 000 vezes maior que a das anãs brancas, então a estrela será chamada "estrela de nêutrons".
- a massa, o diâmetro e a densidade da estrela. Se a estrela tem massa até 4 vezes a massa do Sol, diâmetro de 5 000 km e densidade igual à que obteríamos se comprimíssemos a torre Eiffel em um centímetro cúbico, então a estrela é chamada de 'anã branca'. Mas se o núcleo central tiver massa até 3 vezes a massa do Sol, diâmetro de apenas 1 Km e densidade 1 000 000 000 vezes maior que a das anãs brancas, então a estrela será chamada "estrela de nêutrons".
- a massa, o volume e a densidade da estrela. Se a estrela tem massa até 6 vezes a massa do Sol, volume de 10 000 km³ e densidade igual à que obteríamos se comprimíssemos a torre Eiffel em um centímetro cúbico, então a estrela é chamada de 'anã branca'. Mas se o núcleo central tiver massa até 3 vezes a massa do Sol, diâmetro de apenas 1 Km e densidade 1 000 000 000 vezes maior que a das anãs brancas, então a estrela será chamada "estrela de nêutrons".
- a massa, o diâmetro e a densidade da estrela. Se a estrela tem massa até 8 vezes a massa do Sol, diâmetro de 10 000 km e densidade igual à que obteríamos se comprimíssemos a torre Eiffel em um centímetro cúbico, então a estrela é chamada de 'anã branca'. Mas se o núcleo central tiver massa até 5 vezes a massa do Sol, diâmetro de 1000 000 Km e densidade 1 000 000 vezes maior que a das anãs brancas, então a estrela será chamada "estrela de nêutrons".

08. Como os astrônomos deduziram a existência de uma 'matéria invisível' 1 ponto ou 'matéria escura' no espaço? *



- a partir da observação das galáxias. As galáxias giram mais rapidamente do que o esperado, como se estivessem envoltas em um "véu de matéria", feito não de matéria comum, mas de algum tipo de matéria não constituída por prótons e elétrons.
- a partir da observação dos asteroides. Os asteroides giram no espaço mais rapidamente do que o esperado, como se estivessem envoltos em um "véu de matéria", feito não de matéria comum, mas de algum tipo de matéria não constituída por prótons e elétrons.
- a partir da observação dos cometas. Os cometas aparentam mover-se mais rapidamente do que o esperado, como se estivessem envoltos em um "véu de matéria", feito não de matéria comum, mas de algum tipo de matéria exótica.
- a partir da observação dos buracos negros. Os buracos negros giram mais rapidamente do que o esperado, como se estivessem envolvidos em um "véu de matéria", feito não de matéria comum, mas de algum tipo de matéria exótica.

Sobre o TEXTO 4

Nossa posição e importância nesse imenso Universo:

https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/_files/200001123-0389c0389f/TEXTO%204%20Nossa%20posi%C3%A7%C3%A3o%20e%20import%C3%A2ncia%20no%20imnso%20Universo.pdf

09. De acordo com o texto, a que se refere o seguinte argumento: "(...) podemos já celebrar o que aprendemos até agora: primeiro, a existência de trilhões de mundos na nossa galáxia, e outros tantos nos bilhões de galáxias espalhadas pela vastidão do espaço; segundo, que alguns desses mundos têm propriedades semelhantes às da Terra, mesmo que jamais idênticas; terceiro que, se existir vida em alguns desses mundos, será única em cada um deles, adaptada às suas condições particulares. E, finalmente, que, por essa razão, somos únicos no cosmo, produtos de 4 bilhões de anos de evolução num planeta sem par"? *



- ao 'paradoxo de Fermi'.
- ao 'paradoxo de Olbers'.
- à raridade da vida.
- à raridade dos mundos espalhados pelo Universo.

[Voltar](#)[Próxima](#)

Página 5 de 6

Apêndice F

Unidade Didática (UD) parte integrante do Produto Educacional (PE)

MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

UNIDADE DIDÁTICA

**A TERRA E O
UNIVERSO:
FORMAÇÃO E
EVOLUÇÃO**

Miguel Angelo Sousa Silva
Orientador: Prof. Dr. Célio Aécio Medeiros Borges

Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do
Piauí

 **MNPEF** Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
(MNPEF)

2021

SUMÁRIO

Apresentação	2
Os Textos de Apoio	4
Objetivo	6
Dinâmica das Aulas	7
Considerações Finais	21
Apêndices	24

APRESENTAÇÃO

Caro professor,

Ao elaborar esta Unidade Didática (UD), uma de nossas maiores preocupações foi tornar o estudo da Física interessante e agradável. Ela é parte integrante de um Produto Educacional (PE), o website “Astrofísica e Cosmologia para o Ensino Médio” disponível no endereço <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/>, fruto de uma pesquisa no âmbito do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), na capital Teresina, desenvolvida a partir do ano de 2019 e consolidada no período letivo de 2021 em escola pública estadual.

O objetivo desta UD, bem como do site é munir o professor de Física de Ensino Médio com ferramentas e materiais alternativos complementares como recurso didático motivador que o auxilie no ensino de assuntos relacionados às origens, estrutura e organização do Universo que, sabemos, geralmente provocam grande interesse e curiosidade dos alunos.

O estudo dos fenômenos celestes presente no currículo de Física do Ensino Médio através das leis de Kepler e da gravitação universal pode, nesse contexto, direcionar o professor para uma discussão mais ampla do papel e do valor da Física em preparar um indivíduo com condições de apreciar a unidade e a harmonia do mundo físico. A hipótese levantada é que o evidente desinteresse dos estudantes pela Física tem como fator agravante a presença marcante de um ensino tradicional, em função da dificuldade que os professores têm de levar a efeito em suas aulas metodologias que estimulem e motivem seus alunos a se dedicarem ou se interessarem pela disciplina pelo puro prazer de aprender e conhecer.

Apresentada remotamente no decorrer dos meses de agosto a outubro de 2020 em aulas assíncronas, esta UD mediada por um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) (o Google Classroom) e em estreita conexão com o website (PE), direcionou todas as aulas,

atividades e avaliações realizadas pelos alunos participantes da pesquisa (estudantes da 1ª e 2ª série do EM); e foi aplicada em cinco encontros num total de 10 aulas.

4 textos de apoio constituem o seu núcleo. Desta forma, cada encontro, constituído por duas aulas, foi ancorado em um texto de apoio. Cada texto postado no website, foi estudado, analisado e discutido progressivamente, para que os alunos alcançassem melhor entendimento de conceitos e teorias astrofísicas.

Estes textos foram elaborados a partir da seleção de trechos de capítulos dos livros e/ou de adaptação de artigos publicados pelo físico Marcelo Gleiser em sua obra, cada um deles tratando de um tema específico em Astronomia e Cosmologia.

Adequando aos propósitos da pesquisa e do PE os escritos do físico Marcelo Gleiser, procuramos, de maneira geral, salientar a natureza física dos princípios e dos fenômenos em estudo, enfatizando a origem e a evolução dos conceitos, dos modelos e das teorias cosmológicas, ressaltando, em particular, seus aspectos históricos. Tal medida, acreditamos, torna a compreensão menos árida, levando os alunos a se entusiasmar pelos estudos da Física, tornando a aprendizagem mais eficaz e significativa.

A intenção não é que você professor, necessariamente, replique as atividades aqui relatadas e aplicadas, mas que busque no site inspiração para poder desenvolver atividades análogas ou diferenciadas com seus próprios alunos, adaptando-as à sua realidade.

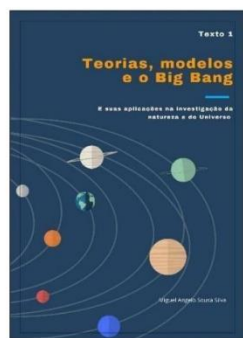
Esperamos que o site seja, além disso, um canal de comunicação entre nós professores e estudantes para troca de ideias e de experiências e que possa ele contribuir para o ensino de Física, no sentido de minimizar principalmente o déficit em leitura e compreensão de conceitos e teorias da Física presentes no cotidiano escolar.

O autor.

OS TEXTOS DE APOIO

Um resumo do conteúdo dos textos de apoio encontra-se no Quadro 1.

Quadro 1: Resumo dos textos de apoio da UD.



Texto de apoio 1: “Teorias, Modelos e o Big Bang e suas aplicações na investigação da natureza e do Universo”.

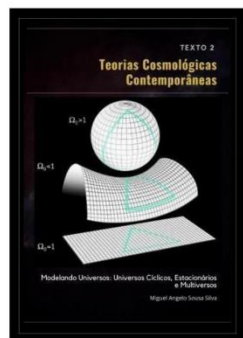
Resumo: Em linguagem acessível, o texto esclarece as diferenças básicas entre hipótese, modelo e teoria; discute o contexto histórico das origens da teoria do Big Bang em contraposição ao modelo de universo de estado estacionário; as polêmicas em torno da validade da teoria e as descobertas e evidências que vieram confirmá-la.

Referências

GLEISER, Marcelo. A Ilha do Conhecimento: Os limites da Ciência e a busca por sentido. 1ª ed. São Paulo: Editora Record, 2014.

GLEISER, Marcelo. A simples beleza do inesperado: um filósofo natural em busca de trutas e do sentido da vida. 1ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2016.

GLEISER, Marcelo. A dança do Universo: dos mitos de Criação ao Big Bang. 3ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.



Texto de apoio 2: “Teorias Cosmológicas Contemporâneas: Modelando Universos”.

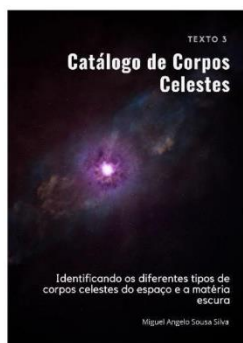
Resumo: O texto apresenta uma abordagem mais ampla das teorias cosmológicas, seus teóricos e as principais evidências observacionais que as sustentam ou que as tornaram obsoletas; ao final, discute a questão controversa da existência de um “multiverso” e dos “universos de escrivinha”.

Referências

GLEISER, Marcelo. A Ilha do Conhecimento: Os limites da Ciência e a busca por sentido. 1ª ed. São Paulo: Editora Record, 2014.

GLEISER, Marcelo. A simples beleza do inesperado: um filósofo natural em busca de trutas e do sentido da vida. 1ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2016.

GLEISER, Marcelo. A dança do Universo: dos mitos de Criação ao Big Bang. 3ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.



Texto de apoio 3: “Catálogo de Corpos Celestes: Identificando os diferentes tipos de corpos celestes e a matéria escura”.

Resumo: Neste texto, os diferentes tipos de objetos celestes e suas respectivas designações são descritos brevemente em suas propriedades e características, partindo dos escritos do físico Marcelo Gleiser; destacam-se os asteroides, cometas, estrelas, meteoroides, planetas e satélites; além de tratar do dramático ciclo de “vida” das estrelas, das possíveis candidatas a compor a matéria escura e do papel desta na composição das galáxias e efeitos gravitacionais por todo o Universo.

Referências

GLEISER, Marcelo. O dramático ciclo de vida das estrelas. Especial para a Folha de S. Paulo. São Paulo, 25 jan. 1998. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe250106.htm>. Acesso em: 02 jul. 2020.

GLEISER, Marcelo. Criação imperfeita: Cosmo, Vida e o Código Oculto da Natureza. 8ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2014.



Texto de apoio 4: “Nossa posição e importância nesse imenso Universo: humanocentrismo, vida na Terra e exobiologia”.

Resumo: O texto apresenta a cosmovisão do físico Marcelo Gleiser exposta em sua tese a respeito do papel do ser humano na Terra e da sua percepção do Universo e de suas leis; aborda também a polêmica em torno da existência de vida inteligente fora da Terra e de quão raro é a vida em nosso planeta, de como é especial e que por isso merece ser protegida e valorizada.

Referências

GLEISER, Marcelo. Criação imperfeita: Cosmo, Vida e o Código Oculto da Natureza. 8ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2014.

GLEISER, Marcelo. O caldeirão azul: o universo, o homem e seu espírito. 1ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2019.

Fonte: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/textos-para-analise-e-discussao/>

OBJETIVO

A pesquisa teve como principal objetivo obter resultados eficazes de aprendizagem a partir da criação, uso e interatividade de um website que fundamentado na teoria construtivista de Jean Piaget (1896–1980) e nas bases epistemológicas de Henry Wallon (1879–1962), incentive a utilização de materiais de divulgação científica produzidas pelo físico Marcelo Gleiser voltados para a disseminação de conceitos básicos em Cosmologia e Astrofísica.

No caso específico da educação, evidentemente, o material de divulgação não pode substituir o material didático, mas, pode servir como suporte para provocar a curiosidade sobre temas importantes e conhecimentos novos, colocar o aluno diante de situações e fenômenos científicos que os façam refletir sobre a amplitude dos conhecimentos já adquiridos, levando-os inclusive a ressignificá-los. Pode também introduzir o aluno nas questões científicas mais atuais, dando uma dimensão mais significativa para a Ciência e em particular, para o ensino da Física.

DINÂMICA DAS AULAS

AULAS 1 e 2

As duas primeiras aulas (primeiro encontro) em cada uma das turmas de 1º e 2º série de Ensino Médio (EM) devem ser reservadas para a aferição do conhecimento dos alunos em torno do tema motivador dessa UD.

Este momento inicial, portanto, servirá para apreciação e análise das concepções dos estudantes a respeito do entendimento sobre como ocorre a evolução do conhecimento da Astronomia ou Cosmologia em seus aspectos humanos e culturais. As respostas dadas no decorrer destas duas primeiras aulas e ao final quando forem solicitados a responder um questionário, nortearão o desenvolvimento das discussões posteriores sobre as bases do conhecimento físico, sobre a importância da Matemática na descrição das leis físicas, sobre as grandes descobertas da Cosmologia contemporânea e se os cientistas podem em algum momento falir em suas atividades.

Para uma melhor compreensão da dinâmica envolvida, o Quadro 1 apresenta a organização estrutural das duas primeiras aulas.

Quadro 1: Organização e estruturação do primeiro encontro.

<p>1º encontro: Apresentação e revisão oral em sala de aula da justificativa e objetivos do curso. Conhecer a proposta do site, a UD sobre Cosmologia e o físico inspirador da pesquisa: Marcelo Gleiser.</p>
<p>Objetivos específicos: Familiarizar o aluno com textos de divulgação científica; identificar a presença do senso comum relacionado ao tema; favorecer o debate, estimulando a reflexão crítica e o posicionamento de opiniões; fornecer um modelo de representação em escala do Universo observável.</p>
<p>Metodologias e estratégias: Apresentar o tema e solicitar aos alunos que se manifestem a respeito do que eles conhecem sobre o assunto; responder questionário online contendo uma seção para preenchimento de dados de perfil e uma outra de entrevista (acesso no link: questionário entrevista) e postar comentário em fórum de discussão.</p>
<p>Recursos didáticos: Textos de apoio, website, formulários Google e vídeo de apresentação da UD (link do vídeo: apresentação da UD).</p>
<p>Avaliação: realizada através da pré-análise das respostas dadas ao questionário elaborado em formulário online e dos comentários dos estudantes postados no fórum de discussão (https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/forum-discussao/).</p>

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Os textos de apoio encontram-se disponíveis em página do site no seguinte link: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/textos-para-analise-e-discussao/>.

Após as duas primeiras aulas, sugere-se que os encontros sigam as seguintes etapas: (i) Leitura prévia dos textos de apoio que ficaram disponíveis no website dias antes das aulas reservadas para o seu uso. A estratégia é necessária para que as turmas possam iniciar uma leitura inicial do material elaborado (leitura extraclasse); (ii) Discussão e debate na sala de aula das principais ideias contidas nos textos; (iii) Exibição de vídeos curtos cujos enfoques tenham alguma relação com os conteúdos dados; (iv) Revisão da aula.

AULAS 3 e 4

Neste segundo encontro sugerimos exibir um vídeo curto como introdução para o debate em torno das “Teorias, modelos e o Big Bang”. Aqui, efetivamente, deve-se dar início ao estudo dos textos de apoio.

O texto de apoio 1 e que norteará a discussão após a exibição do vídeo introdutório é baseado, principalmente, em capítulos do livro “A Dança do Universo” do físico Marcelo Gleiser, com adaptações.

Depois da apresentação, solicite aos alunos fazer uma releitura do texto de apoio 1 e dê-lhes um tempo para mais uma análise e reflexão, objetivando ao final um debate maior sob sua supervisão.

Após o debate, mais uma vez, direcione os estudantes a um fórum de discussão do website criado com a finalidade de revisar, fixar e concluir o que foi estudado e debatido no encontro.

O Quadro 2 a seguir mostra a organização e plano de aula do segundo encontro.

Quadro 2: Organização e estruturação do segundo encontro

Nestas duas aulas os estudantes compreenderão o significado de modelo empregado nas ciências, o que é uma teoria e revisitarão a teoria do big bang que aponta para as origens do Universo.
Conteúdo: Texto de apoio 1 – “Teorias, Modelos e o Big Bang e suas aplicações na investigação da natureza e do Universo” (link de acesso no site: https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/textodeapoio1.pdf).
Objetivos específicos: Estimular a curiosidade, proporcionar o debate, os questionamentos, fazendo uso da imagem como representação de modelos teóricos da origem e estrutura do Universo.
Metodologias e estratégias: Exibição de vídeo e discussão do texto 1 tópico por tópico.
Recursos didáticos: Texto de apoio, website, vídeo do youtube (acesso em: https://www.youtube.com/watch?v=T9oRL1yUNhQ).
Avaliação: de caráter formativo realizada pela observação da participação dos alunos durante a aula e das respostas dadas aos questionamentos propostos no fórum de discussão (acesse a estrutura do fórum no link: (https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/forum-discussao/)).

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

O encontro, por fim, pode ser encerrado, pedindo-se às turmas que leiam com antecedência o texto seguinte (texto de apoio 2: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/textodeapoio2.pdf>) postado no website.

AULAS 5 e 6

Nestas duas aulas, sugerimos que a turma seja dividida em pequenos grupos para discutir o texto de apoio 2 que trata das teorias cosmológicas contemporâneas e modelização de Universos.

Como introdução à análise em vista, sugerimos ainda a exibição de um vídeo curto antes do início da atividade cujo título “Marcelo Gleiser – O mistério da criação: de Kepler a Einstein”, provocativo, permite que se inicie um diálogo em torno das diversas teorias e tipos de modelos de universos existentes e de como a geometria está presente para explicar e descrever cada um deles.

O Quadro 3 traz a temática e um resumo do terceiro encontro.

Quadro 3: Organização e estruturação do terceiro encontro

Nestas duas aulas estuda-se os diversos tipos de modelos de descrição do Universo e os "Universos de escrivania": Modelos de Universos fechados e abertos. Universos-ilha. Universos dinâmicos e estacionários cujas fontes foram extraídas de artigos e livros do físico Marcelo Gleiser.
Conteúdo: Texto de apoio 2 – “Teorias Cosmológicas Contemporâneas: Modelando Universos” (https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/textodeapoio_2.pdf).
Objetivos específicos: Conhecer os diversos tipos de modelos de descrição do Universo: "Universos de escrivania".
Metodologias e estratégias: Exibição de vídeo introdutório (link de acesso: https://www.youtube.com/watch?v=Urx0BZSwkNE) e discussão do texto 2, tópico por tópico.
Recursos didáticos: Texto de apoio, website, vídeo do Youtube, questionários e testes elaborados em formulários Google online.
Avaliação: de caráter formativo realizada pela observação da participação dos alunos durante a aula e complementada pelas respostas dadas aos questionamentos propostos no fórum de discussão e em tarefa online (link de acesso do modelo aplicado: questionário Classroom).

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

A partir da confirmação da leitura antecipada do texto de apoio 2 pelos estudantes presentes à aula, estimule-os a expor dúvidas e questionamentos acerca do que leram; as teorias levantadas e expostas no texto precisam ser discutidas com a finalidade de esclarecer questões mais complexas em linguagem acessível para minimizar pontos obscuros; além de termos, conceitos e ideias que tenham passado despercebidos num primeiro momento de leitura e que não tenham ficado muito claro.

Finalmente para encerrar a aula, mais uma vez, sugerimos que algumas questões sejam levantadas no fórum de discussão constante no site, relacionadas ao texto de apoio 2, considerando a participação dos alunos como forma de avaliação do aprendizado e apreciação do nível de compreensão e entendimento do que foi debatido; deixando-se para envio posterior de respostas uma tarefa ([questionário Classroom](#)) intitulada “pausa para uma reflexão sobre o texto de apoio 2”.

Logo em seguida, solicite a leitura e análise do texto de apoio 3 para discussão no encontro seguinte.



Imagem Google

AULAS 7 e 8

Nestas duas aulas o texto de apoio 3 “Catálogo de corpos celestes” será usado como temática da aula.

A proposta do encontro basicamente é de elencar os corpos do espaço mais conhecidos (cometas, meteoros, estrelas, etc), descrevendo-os, e discutir o problema da matéria escura.

O Quadro 4 traz um resumo das aulas 7 e 8 e sintetiza o plano de aula aplicado.

Quadro 4: Organização e estruturação do quarto encontro.

Nestas duas aulas as turmas estudarão as características físicas de alguns corpos celestes, obtendo informações acerca do que é a “matéria escura” e acompanharão breve relato do “dramático ciclo de vida das estrelas”.

Conteúdo: Texto de apoio 3 – “Catálogo de Corpos Celestes: Identificando os diferentes tipos de corpos celestes e a matéria escura” (<https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/textodeapoio3.pdf>).

Objetivos específicos: Reavaliar a compreensão e entendimento do conteúdo dado. Retomar a habilidade de compreensão e interpretação de textos técnicos e científicos. Identificar os diferentes tipos de corpos celestes e obter informações sobre a “matéria escura”. Possibilitar uma visão mais adequada da distância entre os planetas e destes em relação ao Sol, a partir de uma escala apropriada.

Metodologias e estratégias: Como tarefa complementar de ampliação da percepção dos estudantes acerca das escalas astronômicas, as turmas receberão dois roteiros de elaboração de modelos de representação em escala: (1) de tamanho do Sol e dos planetas e (2) das distâncias entre os planetas e o Sol (links de acesso dos roteiros na página seguinte).

Recursos didáticos: Texto de apoio, website, formulários Google Classroom.

Avaliação: pela observação da participação dos alunos durante a aula e do envio de fotos dos modelos construídos (link de acesso a alguns dos melhores trabalhos: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/products/atividades/>)

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Roteiro de atividades lúdicas: formulário online

Essas duas atividades foram realizadas na programação pensada para as aulas 7 e 8:

1. Elaboração de um modelo de representação em escala do tamanho do Sol e dos planetas do Sistema Solar

(Link de acesso: <https://forms.gle/PZVa3reMAHziC4TQ9>)

Para essa tarefa atribui-se uma escala apropriada, onde o Sol é representado por um disco de 80,0 cm de diâmetro. Os planetas são representados em escala por discos com os seguintes diâmetros: Mercúrio (2,9 mm), Vênus (7,0 mm), Terra (7,3 mm), Marte (3,9 mm), Júpiter (82,1 mm), Saturno (69,0 mm), Urano (29,2 mm), Netuno (27,9 mm), tomando-se o tamanho do Sol como parâmetro. Os discos que representam os planetas, bem como o Sol, deverão ser feitos com um compasso. Não se preocupar com a escala de distância entre eles já que a atividade consiste apenas em comparar tamanhos. Se preciso for, usar duas cartolinas para desenhar o diâmetro do Sol ou desenhar com giz numa calçada (ou no terraço de sua casa ou no corredor, etc) usando os valores de tamanho acima. Coloque os planetas do sistema solar próximos ao disco do Sol, escrevendo os nomes de cada um. A tabela que acompanha o formulário te dará uma noção dessas medidas em quilômetros.

Aqui o link de acesso de texto complementar que traz a tabela com a distância dos Planetas ao Sol bem como dos tamanhos de cada um deles: [O Sistema Solar em escala](#).

Com a tabela, eles podem comparar os tamanhos naturais dos astros àqueles representados no modelo. Ao encerrar a elaboração do modelo, seguindo o roteiro, os estudantes devem enviar um “print” ou imagem do trabalho usando um campo criado no próprio formulário.

A Figura 1 é exemplo de um desses modelos elaborados pelos estudantes e foi extraído da relação dos melhores trabalhos. Encontra-se disponível na aba “produções” da página inicial do website (Acesso no link: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/produções>).

15

Figura 1: Modelo didático do aluno Thallyson Oliveira 2º B manhã



Fonte: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/products/atividades/>

2. Elaboração de um modelo de representação em escala das distâncias do Sol aos Planetas do Sistema Solar

(Link de acesso: <https://forms.gle/5CREhhECHA4U7qNZ8>)

Seguindo roteiro semelhante, solicitamos desta vez que as turmas elaborassem um modelo de representação das distâncias entre os planetas e destes ao Sol.

Para a realização desta tarefa, o estudante deve usar um barbante (ou qualquer outro material) com comprimento de 700 cm (ou 7 metros!) e conforme a escala de distâncias propostas no roteiro, ao longo deste barbante, marcar as posições de cada planeta. A figura do Sol vem em seguida (amarrando-o ou colando-o) em uma das extremidades do barbante. Depois, o desenho dos planetas (pode ser os da tarefa anterior) devem ser colados no barbante, respeitando as distâncias medidas em centímetros (ver as distâncias dos planetas na tabela da atividade anterior). Em seguida, fixando a outra extremidade do barbante em algum lugar e esticando-o bem, eles devem tirar uma foto e enviar online o resultado do trabalho, seguindo o mesmo passo a passo da primeira atividade.

16

A Figura 2 é de um “print” que ilustra um dos resultados alcançados.

Figura 2: Modelo didático da aluna Letícia Vitória 1º C tarde.



Fonte: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/products/atividades/>

Nesta atividade os alunos podem desconsiderar as dimensões dos planetas, já que as escalas de tamanho já haviam sido contempladas na tarefa anterior. De 9 modelos entregues (pois, em nossa pesquisa, apenas 9 alunos acessaram o formulário) selecionamos 3 que se destacaram pela criatividade, organização e fidelidade à proposta da atividade (acesso no link: [produções ativ.2](#)).

AULAS 9 e 10

Neste último encontro o texto de apoio 4 mais reflexivo, promove a culminância e o fechamento da UD possibilitando aos alunos a oportunidade de discutir a nossa importância, significância e papel na vastidão do Universo.

O título sugestivo do texto, “Nossa posição e importância nesse imenso Universo: humanocentrismo, vida na Terra e exobiologia”, apresenta a cosmovisão do físico Marcelo Gleiser exposta em sua tese a respeito do papel do ser humano na Terra e da sua percepção do Universo e de suas leis.

Segundo Gleiser,

[...] a ciência moderna, ao mesmo tempo que mostra que não existe um grande plano da Criação, põe a humanidade no centro do cosmo. Podemos mesmo chamar essa corrente de pensamento, que proponho aqui, de “humanocentrismo”. Talvez não sejamos a medida de todas as coisas, como propôs o grego Protágoras em torno de 450 a.C., mas somos as coisas que podem medir. Enquanto continuarmos a nos questionar sobre quem somos e sobre o mundo em que vivemos, nossa existência terá significado (GLEISER, 2010, p.13).

Diante dessa lógica a ciência devolve a importância do ser humano, trazendo a humanidade de volta ao centro metafórico da criação, com ênfase na singularidade do planeta Terra e na excepcional raridade dos humanos como seres inteligentes capazes de entender a importância de estar vivo.

O Quadro 5 apresenta a organização e estrutura das duas últimas aulas desta UD no âmbito da pesquisa realizada.

Quadro 5: Organização e estruturação do quinto encontro.

Nestas duas aulas (último encontro) os estudantes refletirão sobre o papel da nossa humanidade em uma perspectiva universal, compreendendo a proposta “humanocêntrica” do físico Marcelo Gleiser, acompanhando breve narrativa da formação e evolução da Terra; e estudarão rudimentos de exobiologia e sua relação com especulações acerca de vida inteligente fora da Terra.
Conteúdo: Texto de apoio 4 – Nossa posição e importância nesse imenso Universo: “humanocentrismo”, vida na Terra e exobiologia (https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/_files/textodeapoio_4.pdf).
Objetivos específicos: Compreender os processos físicos de formação da Terra e de sua evolução. Descrever, analisar e compreender como a vida surgiu em nosso planeta e como tal processo está relacionado com a Astrofísica e Astronomia. Compreender a raridade da vida em nosso planeta, a importância de defender a natureza e estudar meios de sustentabilidade no presente e para as gerações futuras.
Metodologias e estratégias: Discussão do texto, tópico por tópico. Uso de formulário online para avaliação da aprendizagem e fixação das ideias centrais do que foi debatido durante a aula. Apresentação em vídeo de seminários individuais gravados pelos alunos a partir de temas ou tópicos selecionados por eles mesmos dentre os textos de apoio da UD (link das melhores apresentações: https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/videosdosalunos).
Recursos didáticos: Texto de apoio, website, formulários Google classroom.
Avaliação: pela observação da participação dos alunos durante a aula e das respostas enviadas em teste de avaliação da aprendizagem (Tarefa de análise e discussão do texto 4 – link de acesso: https://forms.gle/tibD5A22yQ9SnmjS9).

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Como estratégia metodológica, resolvemos em comum acordo com as turmas, encerrar as atividades de produção com uma tarefa em que cada aluno deveria se prontificar em produzir um vídeo de curta duração (cerca de 15 min), a partir da livre escolha de qualquer um dos tópicos vistos em cada um dos textos de apoio sobre Astronomia e Astrofísica da UD.

Os vídeos no formato de seminários (individuais) foram passados como tarefa pra casa e deveriam ser gravados pelos alunos e enviados remotamente para a nuvem (pra esse fim, solicitou-se o uso de algum aplicativo de armazenamento como, por exemplo, o Google drive); cabendo ao professor baixá-los, selecionando os mais apresentáveis e editando-os uma segunda vez, caso seja necessário.

Em nossa investigação, os melhores vídeos (6 vídeos), de um total de 10 (somente 10 alunos ousaram realizar a atividade), após edição, foram postados no site e podem ser acessados no link: [vídeos seminários](#).

A Figura 3 direciona para um desses vídeos postados no Youtube no formato “não listado”.

Figura 3: Apresentação da aluna K. S. M. do 2º A tarde que optou por uma Síntese do tópico “Inventando Universos” do texto de apoio 2.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=3tpBYuPYcgw>

Por fim, os alunos foram submetidos a duas avaliações: (1) uma relacionada à avaliação da aprendizagem das ideias e conceitos do que foi discutido no texto de apoio 4 (atividade valendo nota) e (2) outra, de avaliação final do curso, com o propósito de aferir a aceitação das turmas diante da pesquisa e do PE; e do que foi apreendido de todo o conteúdo apresentado (aplicada por livre consentimento dos alunos participantes da pesquisa e sem atribuição de nota).

A primeira avaliação (com o título “Tarefa de análise e discussão do texto 4”) pensada para essas duas últimas aulas da UD (aulas 9 e 10) continha 10 questões subjetivas e foi aplicada ao final do quinto encontro com a finalidade de avaliar a aprendizagem dos estudantes acerca dos temas abordados no texto de apoio 4, correspondendo à 5ª nota de rendimento escolar da disciplina de Física, no ano letivo de 2020.

Por sua vez, as outras duas avaliações compoem um único formulário com 15 questões entre perguntas de múltipla escolha e subjetivas foi dividida em duas seções: Seção 1 – de auto avaliação e avaliação das aulas remotas (5 questões de múltipla escolha por conceitos); Seção 2 – com o título “Revisitando Conceitos” (10 questões subjetivas).

Professor, para saber mais acerca de nossa pesquisa e proposta metodológica acesse os **apêndices** deste material e o **texto da dissertação** disponível no site, através do link: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/unidade-didatica-ud/>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

E agora para concluir a apresentação desta UD e sua proposta, fazemos uma breve digressão. Preliminarmente em torno do projeto de pesquisa.

O projeto inicial que no início (em 2018) previa uma investigação alternando o ensino remoto ao presencial no ambiente da escola, foi todo concretizado exclusivamente de forma remota, em razão da crise epidêmica que se abateu sobre o mundo no decorrer do período letivo de 2020. Esta mudança de planos, entretanto, não prejudicou o desenvolvimento da pesquisa e aplicação do PE.

A estratégia metodológica, pensada inicialmente com o intuito de facilitar a assimilação e a construção de novos esquemas cognitivos, objetivou despertar um maior interesse e motivação dos estudantes por assuntos de Física, sob um ponto de vista cultural mais amplo.

Através da apresentação gradual de temas relacionados à Astronomia, Astrofísica e Cosmologia, o PE fundamentando-se em capítulos dos livros ou adaptações de artigos escritos pelo físico Marcelo Gleiser em seu trabalho de divulgação científica, resultou do seguinte problema: “Um site na internet com a finalidade de incentivar a utilização de material de divulgação científica é capaz de estimular a aprendizagem de conceitos fundamentais de Física a alunos do Ensino Médio?”.

Para atingir os fins a que nos propúnhamos na busca de resposta para o problema de pesquisa, recorreremos aos seguintes pressupostos teóricos: a teoria construtivista de Jean Piaget (1896–1980), as bases epistemológicas de Henry Wallon (1879–1962), a perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) com ênfase na alfabetização científica aplicada ao ensino da Física; e o conceito de Transposição Didática (TD) de Yves Chevallard (74 anos).

Posteriormente, foram realizados estudos e reflexões da produção científica do físico Marcelo Gleiser para, ao organizar e selecionar todo o material, elaborar esta UD; que unida às Novas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (NTDIC) e à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) teria como base os textos de apoio (1 a 4) que norteariam todas as atividades.

Cada um dos textos de apoio gerou acalorados debates e proveitosas discussões. A análise das atividades, das avaliações, dos comentários postados no site revelam que houve melhorias significativas na aprendizagem de conceitos da Física e estímulo à leitura e interpretação de textos especializados; muito embora a oscilação nas participações dos estudantes não forneça resultados definitivos, tendo em vista as razões impeditivas já expostas.

Os debates criaram um ambiente onde os alunos puderam argumentar e através da troca de ideias coletivas tirarem suas dúvidas e curiosidades sobre os temas tratados. Já os vídeos exibidos, incluindo-se aqueles poucos produzidos pelo protagonismo dos estudantes, possibilitaram reforçar o conteúdo transmitido em sala de aula. Estes vídeos permitiram aos alunos entender e memorizar melhor a matéria.

O trabalho lúdico, trabalho modesto, quando foram solicitados a produzir modelos em escala do Sistema Solar, utilizando-se material de baixo custo e bem acessível permitiu aos alunos usarem de criatividade para “materializar”, por assim dizer, significados apenas presentes no plano das ideias e da representação, uma vez que os estudos em Astronomia e Astrofísica exigem aparato tecnológico de observação, além dos recursos próprios disponíveis, seja dos estudantes, do professor ou da própria escola.

Na apreciação dos resultados obtidos nas avaliações, no geral, observou-se moderada aceitação dos estudantes ao curso, notadamente em relação à clareza dos objetivos, à organização do conteúdo, à utilidade dos textos de apoio para a aprendizagem e também, no que se refere à dificuldade de entendimento dos assuntos tratados.

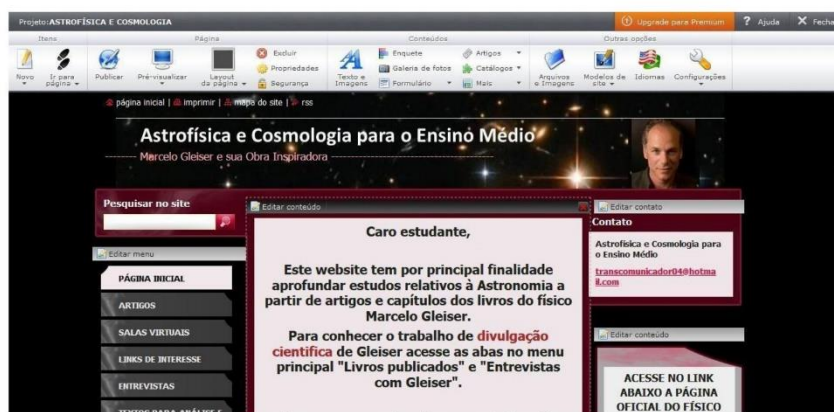
Com o PE, entendemos, o resultado não foi diferente. O website tornou-se referência para as turmas participantes na busca por conhecimentos acerca de assuntos relacionados à Cosmologia e ao próprio trabalho desenvolvido pelo físico Marcelo Gleiser. É possível afirmar, portanto, que o website (PE) “Astrofísica e Cosmologia para o Ensino Médio” ofereceu aos estudantes amostrados oportunidade para aquisição de novos significados na construção de conceitos, pelas percepções de mudanças ocorridas no domínio cognitivo, afetivo, conceitual e pelas evidências de aprendizagem significativa demonstradas no comportamento dos participantes ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Apêndices

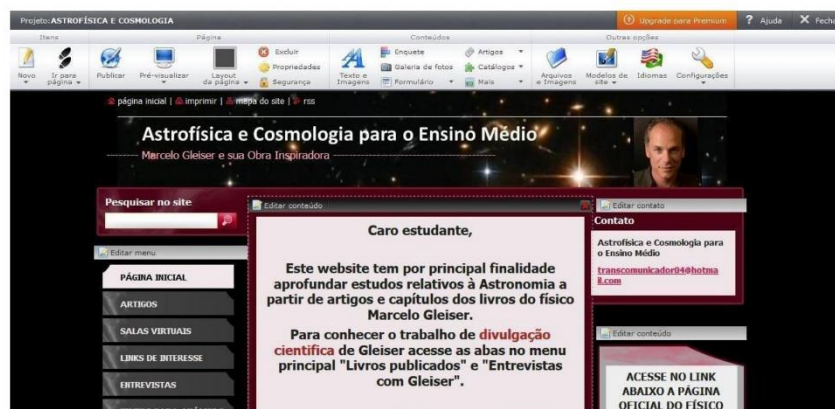
24

Apêndice 1

"Print" da página inicial do site vista apenas pelo professor-pesquisador. Observar no topo as ferramentas de edição. Elas se tornam visíveis a partir do comando "cms" digitado antes do endereço da página.



E da página inicial do site vista pelo estudante:



Fonte: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/>

Apêndice 2

“Print” da página do website apresentando a seção “Textos para análise e discussão”.

Astrofísica e Cosmologia para o Ensino Médio
 ----- Marcelo Gleiser e sua Obra Inspiradora -----

Pesquisar no site

Página inicial - Textos para análise e discussão

Contato

Textos para análise e discussão

Primeiro **texto de apoio** de nossa Unidade Didática sobre Astronomia adaptado de artigos e/ou capítulos dos livros de divulgação científica escritos pelo físico Marcelo Gleiser.

Texto 1

Teorias, modelos e o Big Bang

E suas aplicações na investigação da natureza e do Universo

Miguel Ángel Suárez Silva

Acesso no link abaixo:

[TEXTO 1 Teorias em Física](#)

Astrofísica e Cosmologia para o Ensino Médio
transcomunicador04@hotmail.com

Notícias sobre Gleiser:
g1.globo.com/ciencia

Evolução do Universo: Passado, Presente e Futuro
www.editoradobrasil.com.brasil/oeds/DFEH1002

CosmoSapiens
www.youtube.com/watch?v=68_6K-spjRU

Fonte: <https://conexoes-com-a-fisica.webnode.com/textos-para-analise-e-discussao/>