



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



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

ANDREIA SOARES DE SOUSA REIS

**LIVRO DIGITAL SOBRE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E ASTRONOMIA: UMA
LEITURA NA PERSPECTIVA DE DAVID PAUL AUSUBEL**

TERESINA

2020

ANDREIA SOARES DE SOUSA REIS

**LIVRO DIGITAL SOBRE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E ASTRONOMIA: UMA
LEITURA NA PERSPECTIVA DE DAVID PAUL AUSUBEL**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Hilda Mara Lopes Araújo

TERESINA

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

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

R375L Reis, Andreia Soares de Sousa.

Livro digital sobre gravitação universal e astronomia: uma leitura na perspectiva de David Paul Ausubel / Andreia Soares de Sousa Reis. – Teresina: 2020.
228 f. il: color.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-Graduação em Ensino de Física - MNPEF, 2020.
Orientadora: Profª. Drª. Hilda Mara Lopes Araújo.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Astronomia. 3. Gravitação Universal. 4. Livro Digital. I. Título.

CDD 530.7

Bibliotecária: Caryne Maria da Silva Gomes – CRB3/1461

ANDREIA SOARES DE SOUSA REIS

**LIVRO DIGITAL SOBRE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E ASTRONOMIA: UMA
LEITURA NA PERSPECTIVA DE DAVID PAUL AUSUBEL**

Dissertação apresentada à Coordenação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Teresina, ____ de _____ de 2020.

Banca Examinadora

Prof.^a Dr.^a Hilda Mara Lopes Araújo - UFPI
(Orientadora/ Presidente)

Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho - UFPI
(Examinador interno)

Prof. Dr. Francisco Nogueira Lima - IFPI
(Examinador externo)

Prof.^a Dr.^a Maria do Socorro Leal Lopes – UFPI
(Suplente interno)

Prof. Dr. Fábio Soares da Paz - UFPI
(Suplente externo)

Dedico este trabalho à memória do meu amigo
Antônio Carlos Machado e a toda minha
família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que iluminou todo o meu caminho, dando-me força e coragem durante esta longa caminhada.

Ao meu esposo Sandro Alvarenga Portela, que de uma forma muito especial, sempre me deu força, apoiando-me sempre, principalmente nos momentos de maiores dificuldades.

À minha filha Alicia Soares Portela Reis, que ilumina minha vida de forma especial e me dá motivos para continuar sempre buscando dar o melhor de mim.

De maneira especial, aos meus pais Aldenora Soares Sobrinha Reis e Afonso de Sousa Reis, a quem agradeço minha existência e a forma como eles me ensinaram a ver a vida. Aos amigos, colegas de mestrado, cuja parceria foi fundamental na superação dos desafios interpostos.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) e à CAPES, através do Programa de Pós Graduação em ensino de Física, possibilitou o conhecimento das teorias de aprendizagem, a discussão e análise de diferentes métodos de ensino, além da avaliação das técnicas, adquiridas ao longo da formação e da atuação profissional, através da comparação crítica com os novos conhecimentos apresentados.

À professora Dr.^a Hilda Mara Lopes Araújo que teve toda a paciência na orientação deste trabalho e me incentivou em todos os momentos, tornando possível a conclusão desta dissertação.

À professora Dr.^a Socorro Leal pelas importantes e decisivas contribuições para a realização deste trabalho.

A todos os docentes do curso, pela valiosa contribuição com os saberes adquiridos.

Aos companheiros de jornada, Lucianno Cabral, Ezequias Lima, Cristian Fernandes e Fernando Alves que proporcionaram muitos momentos de descontração e ajuda mútua ao longo do curso.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.”

(Albert Einstein)

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de Ensino de Física através de um Livro Digital interativo com ênfase em Gravitação Universal e Astronomia para alunos do Ensino Médio. O problema de pesquisa: qual a possibilidade de um Livro Digital (LD) sobre Gravitação Universal e Astronomia mediar a compreensão e a aprendizagem significativa desses conceitos para os alunos do Ensino Médio? Partimos do pressuposto de que o uso do Livro Digital gratuito e de fácil acesso é um recurso metodológico através do qual os estudantes são estimulados a participar de um mundo novo nas relações entre Física, Astronomia e Tecnologia, podendo observar na prática as leis físicas aplicadas ao Universo. Esse trabalho tem como objetivo geral produzir um Livro Digital interativo que propicie a mediação e compreensão dos conceitos associados aos temas Gravitação Universal e Astronomia para alunos do Ensino Médio e como objetivos específicos observar a prática pedagógica de professores do Ensino Médio Regular com o propósito de compreender como esses desenvolvem suas aulas envolvendo Gravitação Universal e Astronomia, identificar as dificuldades vivenciadas pelos discentes acerca dos conceitos associados aos temas Gravitação Universal e Astronomia, aplicar, através das aulas, o Livro Digital interativo na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel. Para o embasamento teórico, utilizou-se a Teoria da Aprendizagem Significativa que tem como foco principal a estrutura cognitiva do aluno e afirma que cada novo conteúdo ensinado deve estar ancorado num subsunçor que é algo que o aluno já traz consigo e torna a aprendizagem mais eficaz. Para o desenvolvimento desse trabalho, foi realizada uma pesquisa de campo do tipo exploratória de natureza qualitativa com dois professores de Física e alunos do primeiro ano do Ensino Médio do Centro de Ensino Francisco Gonçalves Magalhães. Nesse sentido, fizemos uso da Pesquisa-Ação por esta ser uma pesquisa social com base empírica, que é pensada e executada em associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, em que os pesquisadores e os sujeitos do ambiente e problema em estudo se envolvem do modo cooperativo ou participativo com vista a alcançarem objetivos comuns. Os instrumentos de coleta de dados foram a observação (não participante) da prática pedagógica dos professores, questionário semiestruturado inicial (com questões abertas) para diagnóstico dos conhecimentos prévios e das dificuldades de aprendizagem dos alunos acerca da Gravitação Universal, Astronomia e um questionário semiestruturado final (com questões fechadas) para avaliação da metodologia pelos alunos. A análise e a discussão dos dados foram realizadas a partir dos aportes teóricos da Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiuzzi (2007; 2011; 2016). Os resultados da pesquisa apontaram que o uso do Livro Digital contribuiu para despertar o interesse, a motivação, a imaginação, a leitura, a escrita, a interação entre os alunos e a aprendizagem significativa do alunado. Por fim, espera-se que o Livro Digital seja um instrumento didático utilizado pelos professores para facilitar o aprendizado dos alunos e que esse material tecnológico desperte, nestes, interesse e motivação pela Física para que se obtenham elementos de uma aprendizagem potencialmente significativa.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física. Gravitação Universal. Astronomia. Livro Digital. Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

This work presents a proposal for Physics Teaching through an interactive Digital Book with emphasis on Universal Gravitation and Astronomy for high school students. The research problem: what is the possibility of a Digital Book (LD) on Universal Gravitation and Astronomy to mediate the understanding and the meaningful learning of these concepts for high school students? We start from the assumption that the use of the free and easily accessible Digital Book is a methodological resource through which students are encouraged to participate in a new world in the relations between Physics, Astronomy and Technology, being able to observe in practice the physical laws applied to the Universe . This work has as general objective to produce an interactive Digital Book that provides the mediation and understanding of the concepts associated with Universal Gravitation and Astronomy for high school students and with specific objectives to observe the pedagogical practice of regular high school teachers in order to understand how they develop their classes involving Universal Gravitation and Astronomy, identify the difficulties experienced by students about the concepts associated with the themes Universal Gravitation and Astronomy, apply, through classes, the interactive Digital Book from the perspective of David Paul Ausubel's theory of significant learning. For the theoretical basis, the Theory of Meaningful Learning was used, which has as main focus the student's cognitive structure and states that each new content taught must be anchored in a subunit that is something that the student already brings with it and makes learning more effective. For the development of this work, an exploratory field research of a qualitative nature was carried out with two physics teachers and first-year students at the Francisco Gonçalves Magalhães Teaching Center. In this sense, we used Action Research because it is an empirically based social research, which is thought and executed in association with an action or with the resolution of a collective problem, in which researchers and the subjects of the environment and problem in study engage in a cooperative or participatory way with a view to achieving common goals. The data collection instruments were the observation (non-participant) of the teachers' pedagogical practice, an initial semi-structured questionnaire (with open questions) for diagnosing the students' prior knowledge and learning difficulties about Universal Gravitation, Astronomy and a final semi-structured questionnaire (with closed questions) for students to evaluate the methodology. The analysis and discussion of the data was carried out based on the theoretical contributions of the Textual Discourse Analysis (DTA) proposed by Moraes and Galiazzi (2007; 2011; 2016). The results of the research showed that the use of the Digital Book contributed to arouse interest, motivation, imagination, reading, writing, interaction between students and significant student learning. Finally, it is expected that the Digital Book is a didactic tool used by teachers to facilitate students' learning and that this technological material arouses interest and motivation in them for Physics to obtain elements of potentially significant learning.

KEYWORDS: Teaching Physics. Universal Gravitation. Astronomy. Digital Book. Meaningful Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de assimilação.....	32
Figura 2 - Mapa conceitual para o conceito de Gravitação Universal.....	35
Figura 3 - Mapa conceitual para o conceito de Astronomia.....	36
Figura 4 - Os planetas que compõem o Sistema Solar.....	43
Figura 5 - Mercúrio.....	43
Figura 6 - Vênus.....	44
Figura 7 - Terra.....	44
Figura 8 - Marte.....	44
Figura 9 - Júpiter.....	45
Figura 10 - Saturno.....	45
Figura 11- Urano.....	45
Figura 12 - Netuno.....	46

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Nebulosa de Caranguejo.....	40
Foto 2- Buraco negro.....	41
Foto 3 - Centro de Ensino Francisco Gonçalves Magalhães. Vista da fachada.....	69
Foto 4 - Sala dos professores.....	69
Foto 5 - Pátio interno da escola.....	69
Foto 6 - Área interna da escola.....	70
Foto 7- Cantina.....	70
Foto 8 - Alunos respondendo o questionário.....	73
Foto 9 - Alunos realizando as atividades do capítulo 2 do Livro Digital.....	76
Foto 10 - Alunos realizando as atividades do capítulo 3 do Livro Digital.....	77
Foto 11 - Seminário sobre Júpiter.....	78
Foto 12 - Seminário sobre Vênus.....	78
Foto 13 - Seminário sobre Urano.....	78
Foto 14 - Seminário sobre Terra.....	78
Foto 15 - Seminário sobre Saturno.....	79
Foto 16 -Apresentação da maquete.....	80
Foto 17 - Apresentação da maquete.....	80
Foto 18 - Apresentação da maquete.....	80
Foto 19 - Maquete do Sistema Solar.....	80
Foto 20 - Apresentação da maquete.....	80
Foto 21 - Aplicação do jogo.....	83
Foto 22 - Aplicação do jogo.....	83
Foto 23 - Aplicação do jogo.....	83
Foto 24 - Jogo Tapete Solar.....	83
Foto 25 - Turma do primeiro ano.....	84

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Respostas do item 1.....	101
Gráfico 2 - Respostas do item 2.....	102
Gráfico 3 - Respostas do item 3.....	103
Gráfico 4 - Respostas do item 4.....	104
Gráfico 5 - Respostas do item 5.....	105
Gráfico 6 - Respostas do item 6.....	106
Gráfico 7 - Respostas do item 7.....	108
Gráfico 8 - Respostas do item 8.....	109

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
2 TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	21
2.1 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID PAUL AUSUBEL.....	25
2.1.1 ESTRUTURA COGNITIVA	25
2.1.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA LEITURA NA PESPECTIVA DE DAVID PAUL AUSUBEL.....	27
2.1.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA X APRENDIZAGEM MECÂNICA.....	30
2.1.4 O PROCESSO DE ASSIMILAÇÃO COGNITIVA.....	31
2.1.5 ORGANIZADORES PRÉVIOS E MAPAS CONCEITUAIS.....	34
3 DESCORTINANDO O UNIVERSO: origem e formação.....	37
3.1 NASCIMENTO DA ASTRONOMIA.....	37
3.2 A TEORIA DO <i>BIG BANG</i>.....	38
3.3 BELEZA ESTELAR: nascimento e morte das estrelas.....	39
3.3.1 CONSTELAÇÕES.....	41
3.4 EXPLORANDO O SISTEMA SOLAR.....	42
3.5 PERSCRUTAR SABERES: história da Gravitação Universal teorizada por Isaac Newton.....	46
3.6 A LUA	53
3.6.1 TRANSLAÇÃO DA LUA.....	54
3.6.2 ROTAÇÃO DA LUA E SUA FACE OCULTA.....	54
3.6.3 ASPECTOS DAS FASES LUNARES.....	55
3.6.4 CURIOSIDADES: direção do Sol e fases da Lua.....	56
3.6.5 DISTÂNCIAS E DIMENSÕES DO SISTEMA SOL-TERRA-LUA.....	56
3.6.6 TIPOS DE ECLIPSES.....	57
3.6.7 DURAÇÃO E PERIODICIDADE DOS ECLIPSES.....	58
4 PERCURSO TEÓRICO METODOLÓGICO.....	59
4.1 ABORDAGEM QUALITATIVA.....	59
4.2 PESQUISA-AÇÃO COMO REFLEXO DA NATUREZA SOCIAL DO ESTUDO.....	60
4.3 O MÉTODO QUASE-EXPERIMENTAL E A SÉRIE TEMPORAL.....	62

4.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS: OBSERVAÇÃO SISTEMÁTICA E QUESTIONÁRIO.....	63
4.4.1 OBSERVAÇÃO NÃO PARTICIPANTE.....	65
4.4.2 QUESTIONÁRIO.....	66
4.5 CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DA PESQUISA.....	67
4.5.1 A CIDADE DE COROATÁ.....	68
4.5.2 CENTRO DE ENSINO FRANCISCO GONÇALVES MAGALHÃES – CEFGM.....	68
4.5.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	70
4.6 O LIVRO DIGITAL - <i>DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO INFINITO</i> COMO INSTRUMENTO DA PESQUISA PARTICIPANTE.....	71
4.6.1 PRIMEIRO ENCONTRO: INTRODUÇÃO À UNIDADE E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAR OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS.....	72
4.6.2 SEGUNDO ENCONTRO: APRESENTAÇÃO DO SEGUNDO CAPÍTULO DO LIVRO DIGITAL – BELEZA ESTELAR.....	74
4.6.3 TERCEIRO ENCONTRO: ESTUDO DO TERCEIRO CAPÍTULO DO LIVRO DIGITAL – EXPLORANDO O SISTEMA SOLAR.....	76
4.6.4 QUARTO ENCONTRO: APRESENTAÇÃO DO QUARTO CAPÍTULO DO LIVRO DIGITAL – PERSCRUTAR SABERES E APRESENTAÇÃO DO SEMINÁRIO SOBRE PLANETAS DO SISTEMA SOLAR.....	78
4.6.5 QUINTO ENCONTRO: CONTINUAÇÃO DO QUARTO CAPÍTULO – PERSCRUTAR SABERES E APRESENTAÇÃO DA MAQUETE SOBRE O SISTEMA SOLAR.....	79
4.6.6 SEXTO ENCONTRO: APLICAÇÃO DO JÚRI SIMULADO COM O TEMA HELIOCENTRISMO X GEOCENTRISMO E A UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR SOLAR SYSTEM SCOPE.....	81
4.6.7 SÉTIMO ENCONTRO: APLICAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO -TAPETE SOLAR.....	82
4.6.8 OITAVO ENCONTRO: AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA	84
5 DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS À CONSTRUÇÃO DE SUBSUNÇORES: análise e discussão dos resultados.....	85
5.1 SENTIDOS EXTRAÍDOS DA OBSERVAÇÃO SISTEMÁTICA NÃO PARTICIPANTE.....	86

5.2 EXPRESSANDO OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS PARTICIPANTES.....	88
5.3 OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE DURANTE A UTILIZAÇÃO DO LIVRO DIGITAL EM SALA DE AULA.....	92
5.3.1 INTERAÇÕES COM AS IDEIAS DE OUTROS PARTICIPANTES.....	94
5.3.2 APRENDER NA PARTICIPAÇÃO TRANSFORMA.....	95
5.4 AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA PELOS ALUNOS.....	100
5.4.1 SENTIDOS ATRIBUÍDOS À CORRELAÇÃO ENTRE TEORIA E PRÁTICA..	100
5.4.2 SENTIDOS ATRIBUÍDOS À EMPATIA E ACEITAÇÃO DA METODOLOGIA.....	102
5.4.3 AMPLIAÇÃO DA COMPREENSÃO SOBRE O ESTUDO DA FÍSICA.....	103
5.4.4 IMPORTÂNCIA ATRIBUÍDA A TEMAS DE INTERESSE COLETIVO.....	104
5.4.5 APRENDIZAGEM INTERDISCIPLINAR.....	105
5.4.6 A FÍSICA ALÉM DO FORMALISMO MATEMÁTICO.....	106
5.4.7 ANÁLISE COMPARATIVA EM RELAÇÃO AO MÉTODO EXPOSITIVO	107
5.4.8 SENTIDOS ATRIBUÍDOS AO TRABALHO EM GRUPO.....	108
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	110
REFERÊNCIAS.....	114
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO.....	122
APÊNDICE B – SUGESTÃO DE ATIVIDADES DO CAPÍTULO 1(UM) DO LIVRO DIGITAL.....	123
APÊNDICE C - SUGESTÃO DE ATIVIDADES DO CAPÍTULO 2 (DOIS) DO LIVRO DIGITAL.....	125
APÊNDICE D - SUGESTÃO DE ATIVIDADES DO CAPÍTULO 3 (TRÊS) DO LIVRO DIGITAL.....	130
APÊNDICE E - SUGESTÃO DE ATIVIDADES DO CAPÍTULO 4 (QUATRO) DO LIVRO DIGITAL.....	133
APÊNDICE F – AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA.....	136
APÊNDICE G – PRODUTO EDUCACIONAL¹ “DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO INFINITO”, LIVRO DIGITAL SOBRE ASTRONOMIA E GRAVITAÇÃO UNIVERSAL.....	137
ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	221
ANEXO B – CERTIFICADO XV SEMAFIS.....	223

ANEXO C – CERTIFICADO II JORNADA DE FÍSICA.....	224
ANEXO D – CERTIFICADO AFIRSE.....	225
ANEXO E – CERTIFICADO EDUFOH.....	226

INTRODUÇÃO

O Ensino de Física vem passando nas últimas décadas por um processo de reestruturação, fato que pode ser comprovado pela mudança no currículo de cursos de graduação de diversas Instituições de Ensino Superior (IES) e oferta de especializações (Lato sensu) na área de ensino de Ciências e Física, contribuindo positivamente para essa transformação. Esse processo vem acompanhado de uma atualização e desenvolvimento de *softwares* que permitem a interação da tecnologia com o ensino. Unindo a esses avanços tecnológicos têm surgido, na educação atual, propostas de ensino de Física em que podemos destacar vários aplicativos para celulares, livros digitais, laboratórios digitais, entre outros.

As observações dimensionadas remetem no presente trabalho ao seguinte problema de pesquisa: qual a possibilidade de um Livro Digital (LD) sobre Gravitação Universal e Astronomia mediar a compreensão e a aprendizagem significativa desses conceitos para os alunos do Ensino Médio? Partimos do pressuposto de que o uso do Livro Digital gratuito e de fácil acesso é um recurso metodológico em que os estudantes são estimulados a participar de um mundo novo nas relações entre Física, Astronomia e Tecnologia, podendo observar na prática as leis físicas aplicadas ao Universo.

Delineamos como objetivo geral produzir um Livro Digital interativo que propicie a mediação e compreensão dos conceitos associados aos temas Gravitação Universal e Astronomia para alunos do Ensino Médio. Como objetivos específicos, destacamos: 1) Observar a prática pedagógica de professores do Ensino Médio Regular com o propósito de compreender como esses desenvolvem suas aulas envolvendo Gravitação Universal e Astronomia; 2) Identificar as dificuldades vivenciadas pelos estudantes acerca dos conceitos associados aos temas Gravitação Universal e Astronomia; 3) Aplicar através das aulas, o Livro Digital interativo na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel.

A iniciativa para a produção do Livro Digital partiu da necessidade de estimular a leitura, a escrita, a motivação, o interesse, a atenção e a difusão de conhecimento no contexto do ensino e aprendizagem da disciplina de Física no Ensino Médio.

Dessa forma, a produção do Livro Digital originou-se da experiência prática vivenciada com uma turma da 1.^a série do Ensino Médio da escola estadual Centro de Ensino Francisco Gonçalves Magalhães e do ingresso no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Sociedade Brasileira de Física (SBF) através do Programa de Pós Graduação em ensino de Física da Universidade Federal do Piauí que possibilitou o conhecimento das teorias

de aprendizagem, a discussão e análise de diferentes métodos de ensino, além da avaliação daquelas técnicas, adquiridas ao longo da formação e da atuação profissional, através de comparação crítica com os novos conhecimentos apresentados. O mestrado possibilitou também um reencontro com a pesquisa na área de Gravitação Universal e Astronomia.

Destarte, esse recurso digital possibilitou que os limites e a imaginação do alunado fossem explorados, pois, trouxe consigo música, interação, cores, ilustrações. A liberdade do aluno de conduzir sua leitura foi potencializada, podendo escolher tamanho de letra, cor, *layout* e, inclusive, a não linearidade, uma vez que o livro eletrônico é uma hipermídia.

O aluno, ao utilizar o Livro Digital, tem a liberdade de expandir os textos, figuras, animações, vídeos, contraindo-os, salvando-os e dando voltas. As palavras pulsam, esticam-se e encolhem-se, desafiando a analogia do teclado com a máquina de escrever (BEIGUELMAN, 2003), permitindo que o aluno seja o protagonista na construção do seu próprio conhecimento e fazendo-o compreender que a Física é a ciência que busca explicações para a beleza dos fenômenos e para fatos que ocorrem na natureza.

Nessa perspectiva, o ensino de Física deve ser voltado para a compreensão do mundo e não só calcado na mera definição e reprodução de fórmulas. Desse modo, com a produção do Livro Digital objetiva-se auxiliar professores nesta tarefa de ensinar em conformidade com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio/Física (PCN). Portanto, em conformidade com os PCN, espera-se que o ensino de Física, no Ensino Médio, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais (BRASIL, 2013).

A esse respeito, ainda segundo os PCN (BRASIL, 1997), para um desenvolvimento com qualidade no ensino de Física é necessário que as competências e habilidades se integrem aos objetivos a serem atingidos pelo Ensino Médio. Sua promoção e construção do conhecimento para os alunos do Ensino Médio são resultados de um contínuo processo que ocorre através de ações e intervenções concretas, no dia-a-dia da sala de aula, em atividades envolvendo diferentes assuntos, conhecimentos e informações.

Além do mais, dentre as finalidades previstas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB n.º 9.394/1996) para o Ensino Médio, em seu artigo 35, destaca-se a “[...] compreensão dos fundamentos científicos-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 1996).

Destarte, a relação da pesquisadora com a Física começou exatamente há 17(dezessete) anos quando tínhamos apenas 14 (quatorze) anos e, na época fazíamos a 8.ª série do Ensino Fundamental (atualmente o 9.º ano). Percebemos em tal relação o quanto a Física é uma

disciplina de notável relevância para a formação geral do educando, pois se trata de um amplo espectro de saberes que são indispensáveis ao exercício da cidadania, pois como ciência da natureza explica o funcionamento do mundo físico através de leis e princípios nos quais se apoia uma vasta rede de especialidades, como a engenharia, a medicina, a economia e tantos outros (MORAES; ARAÚJO, 2012). É, pois, inegável a importância da Física dentro do currículo da educação básica, uma vez que ela oferece a possibilidade de o educando posicionar-se diante de questões de interesse político e social, que requeiram domínio de técnicas e processos de produção de bens e serviços.

Diante do exposto, nossas implicações na temática, como professora de Física há 13 (treze) anos, levaram-nos a observar dificuldades no ensino de Física, relacionadas à aprendizagem dos alunos. Nesse processo os discentes são meros reprodutores do conhecimento, ou seja, no que se convencionou a chamar de paradigma tradicional, estão relacionadas à falta de motivação dos discentes e a aulas conteudistas. A título de maiores esclarecimentos, as técnicas de ensino tradicional são meramente mecânicas. O aluno se torna passivo, tomador de notas, um simples memorizador. O professor é considerado o dono do saber. Não é dado espaço para o aluno mostrar os conhecimentos que possui acerca do assunto tratado. Com isso, passa a ser um repetidor das informações e fórmulas fornecidas pelo professor (RABELO, 2013).

A despeito do valor epistemológico desta área do conhecimento, predomina sobre o ensino desses professores uma forte influência do paradigma newtoniano-cartesiano (BEHRENS, 2011), em que impera em sala de aula, a autoridade do professor, que expõe os conteúdos da matéria e solicita que os alunos o reproduzam conforme um método prescrito. Percebe-se que neste modelo educativo há pouco espaço para que os alunos reflitam e conforme Moraes (1997) os alunos nesta abordagem não são instigados a formularem questões que digam respeito como os temas se fazem presentes em seu dia-a-dia, pois são instruídos a reproduzirem situações hipotéticas apresentadas nos livros-textos, e desconexas da realidade que conhece.

Outro aspecto relevante a observar remeteu as análises desenvolvidas em livros didáticos nas quais se percebe que o conceito, Gravitação Universal é distribuído em poucas páginas, de forma superficial, trazendo diferenciações dos conceitos de Geocentrismo e Heliocentrismo, seguido das leis de Kepler e finalizando com a equação da força gravitacional, teorizada por Isaac Newton (1643 – 1727). Além disso, observa-se a ausência de explicações de teorias de grande relevância nesse campo de saber e que sempre despertam a atenção dos alunos, tais como: qual a origem do Universo? Como nasce e morre uma estrela? O que é um

buraco negro? Por que sempre vemos a mesma face da lua? Qual a influência da lua nas marés? É possível utilizar o céu como orientação para a navegação?

Sobre essa discussão, os PCN (BRASIL, 1997, p.19) propõem que é, na verdade, “[...] indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu ‘lugar’ na história do Universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. [...]”, ao sugerirem um tema estruturador sobre o Universo, Terra e Vida para ser utilizado durante as aulas de Física. Nesse contexto, percebe-se uma importância enorme da Astronomia na organização das atividades escolares, podendo tornar o jovem estudante um agente ativo no processo de ensino e aprendizagem.

Face o exposto, o uso de *softwares* no processo de ensino e aprendizagem vem se tornando uma realidade tanto no âmbito nacional quanto regional/local, e ao realizar uma simples pesquisa na loja virtual de aplicativos facilmente encontra-se uma variedade de opções, e muitos são gratuitos. O uso de aulas com quadro, pincel, data show e animações em Power Point não devem ser excluídas e sim fortalecidas no processo ensino e aprendizagem.

A partir das considerações anteriores, apresentamos nesta pesquisa um recurso alternativo para o ensino de Física no Ensino Médio, um Livro Digital interativo, gratuito e de fácil acesso configurado com figuras e entre outros elementos, de forma a contribuir para o desenvolvimento cognitivo do aluno e colaborar para as transformações no modo de trabalhar o processo de ensino e aprendizagem em Física. Conforme Viana e Araújo (2009), o uso da tecnologia digital, com acesso à *internet* proporciona uma troca de informações de maneira dinâmica, interativa e de mão dupla que permite que as fronteiras geográficas deixem de existir e as informações possam ser compartilhadas por um número ilimitado de pessoas.

Assim, esse recurso digital promoveu a interlocução entre conteúdos da Física e o cotidiano dos alunos, valorizando habilidades como a leitura, a interpretação das informações, a discussão dos temas das aulas, a organização das informações, tornando a aula mais atraente e despertando no discente o interesse pela Física.

Além do uso do computador ou celular, outro ponto importante a ser destacado com a utilização do Livro Digital é o fator motivacional nas aulas de Física, pois dessa forma o professor direcionará o aluno a uma aprendizagem significativa. Segundo Moreira (2006), para que a aprendizagem seja significativa é importante que a relação professor-aluno seja estabelecida e que o aluno esteja receptível a aprendizagem, e o professor seja capaz de reconhecer as dificuldades do discente e proponha meios para facilitar essa aprendizagem.

Nesse sentido, a Astronomia e a Gravitação Universal estão presentes no cotidiano de todas as pessoas, no suceder dos dias e noites, nas fases da Lua, na marcação e divisão do tempo

em dias, semanas e meses, nas estações do ano, nas marés e entre outros muitos exemplos de fenômenos astronômicos.

Além disso, dispõe de conteúdos que possuem um alto potencial de interdisciplinaridade, devido a sua grande generalidade, com as disciplinas de Matemática, Física, História, Biologia, Geografia, Química e Filosofia entre outras. Seu papel inclui a promoção do interesse pela ciência de maneira geral a todos os públicos, isso a torna uma ciência mais popular dentre as outras ciências, visto que o seu laboratório, que é o céu, está à disposição de todos.

No que concerne ao percurso metodológico que guiou esta pesquisa, fizemos opção pela abordagem qualitativa, que considerou a natureza social do objeto de estudo, cuja compreensão passa necessariamente pela interpretação da realidade, a partir de vivências às quais o pesquisador atribui sentidos, que se desvelam nas relações recíprocas dos sujeitos envolvidos na construção do conhecimento (GIL, 2008).

Nesse sentido, fizemos uso da Pesquisa-Ação por esta ser uma pesquisa social com base empírica, que é pensada e executada em associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, em que os pesquisadores e os sujeitos do ambiente e problema em estudo se envolvem do modo cooperativo ou participativo com vista a alcançarem objetivos comuns (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Assim, em sinergia com a Pesquisa-Ação, mediamos o processo de ensino e aprendizagem protagonizado por alunos da 1.^a série do Ensino Médio, de uma escola pública do interior do estado do Maranhão, abordando os conceitos de Gravitação Universal e Astronomia que foram utilizados como tema gerador para produção do Livro Digital, *Desvendando os Mistérios do Infinito*.

Por meio dessa ferramenta educacional, os alunos participantes se engajaram em pesquisas, leituras e escrituras de textos, os quais oportunizaram a problematização, à luz da Física, de aspectos da realidade por eles vivenciados, para produzirem conhecimento, o qual pôde ser compartilhado com a comunidade escolar. No que tange à estratégia de observação e coleta de dados, utilizamos o método quase-experimental com a Série Temporal.

Além do mais, a análise e a discussão dos dados foram realizadas a partir dos aportes teóricos da Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2007; 2011; 2016) que tem sido uma escolha de destaque como metodologia de análise de informações textuais, especialmente em investigações do campo das Humanidades como Educação e Educação em Ciências. Assim, os resultados da pesquisa apontam em síntese para evidências de uma aprendizagem significativa.

Diante do exposto, a dissertação está organizada da seguinte forma:

Introdução: nesta parte delineamos a questão de partida, o pressuposto, objetivo geral e específicos, a justificativa, aspectos da base epistemológica, metodológica e produto da pesquisa.

Seção 2: apresentou uma breve discussão acerca do uso das novas tecnologias educacionais como ferramentas didáticas no processo de ensino e aprendizagem, além de proporcionar uma visão geral da teoria da Aprendizagem Significativa formulada por David Paul Ausubel destacando suas implicações do processo de ensino e aprendizagem para a produção de um Livro Digital interativo que propiciou a compreensão dos conceitos de Gravitação Universal e Astronomia para os alunos do Ensino Médio.

Seção 3: abordou desde o surgimento da Astronomia, as suas implicações e a importância do seu estudo com a Gravitação Universal para os alunos do Ensino Médio.

Seção 4: apresentou o percurso metodológico trilhado, o método seguido, contextualizando o ambiente e participantes da pesquisa. Ao mesmo tempo, apresentou o estado da arte acerca da utilização do Livro Digital interativo no processo de ensino e aprendizagem, situando-o no estudo.

Seção 5: destinou-se a discutir e interpretar os achados da pesquisa, traçando correlações com o seu marco teórico a partir de convergências e divergências identificadas no processo vivenciado no campo.

Seção 6: abordou as considerações finais com a síntese da pesquisa. Os resultados apontaram que o uso do Livro Digital contribuiu para despertar o interesse, a motivação, a imaginação, a leitura, a escrita, a interação entre os alunos e a aprendizagem significativa do alunado.

2 TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Esta seção tem por objetivo apresentar uma breve discussão acerca do uso das novas tecnologias educacionais como ferramentas didáticas no processo de ensino e aprendizagem significativa, além de proporcionar uma visão geral da teoria da Aprendizagem Significativa formulada por David Paul Ausubel, destacando suas implicações do processo de ensino e aprendizagem para a produção de um Livro Digital interativo que propicie a compreensão dos conceitos de Gravitação Universal e Astronomia para os alunos do Ensino Médio.

As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação mais conhecidas como TDICs surgiram no século XX e revolucionaram a indústria, a economia e a sociedade englobando uma tecnologia mais avançada como a do Livro Digital ou *e-book*. Por meio desta é possível processar qualquer informação, o que provocou mudanças radicais na vida das pessoas, principalmente no que se refere à comunicação instantânea e busca por informações (KENSKI, 2012).

Os termos *e-book*, livro eletrônico e Livro Digital são usados como sinônimos. Para identificar o livro eletrônico, é utilizado, preferencialmente, o termo *e-book*, com grafia em itálico e utilização de hífen, forma recomendada pelos dicionários, Aulete Digital, Dicionário de Biblioteconomia e Arquivologia (AULETE; VALENTE, 2000; CUNHA; CAVALCANTI, 2008). Diante do exposto, a etimologia do termo, uma abreviação inglesa de *eletronic book*, ou seja, um livro em formato digital, que pode ser lido em equipamentos eletrônicos tais como computadores, ou até mesmo em celulares que suportam esse recurso.

Além disso, Pinheiro (2011) entende que o *e-book* designa uma publicação em formato digital que, para além de texto, pode incluir também imagens, vídeos e áudios. Outras designações são livro digital ou livro digitalizado. Conde e Mesquita (2008), acrescentam que *eletronic books* são publicações digitais ou livros eletrônicos e estão disponíveis na *web* em vários formatos que podem ser descarregados para o computador através de *downloads*.

Desse modo, também podem ser utilizados nas escolas e nas universidades, no ensino e na aprendizagem a distância, na educação de crianças, adolescentes e adultos. A utilização de livros digitais didáticos pode tornar o ensino mais agradável aos estudantes, devido à tecnologia que atrai os jovens e ao fato de que com pouco peso é possível carregar milhares de livros. Procópio (2010, p. 42), explana a respeito dos benefícios do livro eletrônico no meio acadêmico:

[...] há a comodidade do uso acadêmico dos *e-readers*, em que enciclopédias e livros de referência podem ser facilmente armazenados num único suporte eletrônico,

incluindo até a leitura de periódicos técnicos ou mesmo de interesse geral, como jornais e revistas [...].

Outro dado a ser considerado é que o livro digital colabora para a preservação ambiental em detrimento do livro impresso, pela economia de papel gerada, sendo também mínimo o gasto com energia. Em relação ao armazenamento, a grande vantagem é que o espaço físico ocupado é o tamanho do próprio aparelho leitor. No caso das bibliotecas é importante destacar que não é necessário manter estoques com vários exemplares, facilitando a preservação da informação e o descarte de itens obsoletos. Assim, Chartier (1998) comenta que o texto eletrônico, enfim, parece estar ao alcance de nossos olhos e de nossas mãos um sonho antigo da humanidade, que se poderia resumir em duas palavras, universalidade e interatividade.

Os aspectos intrínsecos ao livro eletrônico, possíveis por intermédio dos avanços tecnológicos, como formato, ampla e rápida difusão do conteúdo e fácil distribuição, podem viabilizar a universalização do livro e, até mesmo, a possibilidade de existência real de uma biblioteca universal. A *internet* pode ser uma grande aliada dos *e-books* e do processo de universalização da leitura, ao propiciar que o leitor o adquira em uma livraria virtual e leia-o sem sair de casa. O crescimento da digitalização de livros também poderá contribuir com a transposição do livro impresso para o digital e sua democratização. Para Procópio (2010, p. 25):

[...] a revolução dos *e-books* possibilita democratizar o acesso à leitura a um nível ainda mais abrangente e de uma maneira extraordinária. Centenas de livros e documentos importantes, e muitas vezes dispersos, podem ser acessados com um simples clique.

Além do mais, Tedesco (2004) chama a atenção que a incorporação dessas “novas tecnologias” não pretende substituir as “velhas” ou “convencionais”, que ainda são, e continuarão sendo utilizadas. O que se pretende, é que haja a complementação de ambas as tecnologias de modo a tornar mais eficazes os processos de ensino e de aprendizagem.

Nesse sentido, o Livro Digital, *Desvendando os Mistérios do Infinito* não foi produzido para substituir o livro didático impresso e sim para complementá-lo oferecendo uma nova experiência de aprendizagem, com a possibilidade de abordar os conceitos de Astronomia e Gravitação Universal através de figuras, imagens animadas (GIFs), permitindo uma leitura mais fluída e dinâmica.

Face o exposto, os Livros Digitais se tornaram muito populares nos últimos anos principalmente entre os jovens. As principais editoras do Brasil já investem nesse modelo, devido à alta rentabilidade que oferece, além de estar totalmente alinhado às novas tecnologias. Assim, Bortolazzo (2012, p. 11), em relação aos estímulos, expressa que o aluno antes de vir para a escola é:

[...] bombardeado por imagens que assistiu na televisão, na *internet*, no cinema, nos *videogames* e é tanta movimentação e estímulo que, ao chegar à sala de aula, ele percebe que impreterivelmente está fora do seu mundo 3D, com três ou quatro dimensões, e foi parar em um mundo 1D, com uma dimensão apenas.

Como evitar a concorrência quando o único estímulo visual ou sonoro advém da imagem do quadro, ou da voz do professor diante da possibilidade tentadora que um simples toque pode oferecer ao aluno? Este é um grande desafio para o professor, tornar suas aulas mais interessantes e atraentes, instigando à curiosidade dos alunos próxima à motivação que eles têm pelas tecnologias, elaborando estratégias que deem significado a este universo do conhecimento que se abre com as TDIC's, aproveitando a oportunidade de promover mudanças efetivas na área do Ensino, de modo que o aluno possa sentir-se envolvido, pertencente àquele universo (SEABRA, 2010).

Profissionais de educação em todo o mundo estão dirigindo esforços para descobrir e experimentar novas formas de ensinar que se aproximem da realidade das novas gerações. Nos ambientes de aprendizagem modernos, já é comum encontrar professores e alunos fazendo uso de diversos recursos tecnológicos, como livro digital, portal *on-line*, aplicativos para *tablets* e *smartphones*, etc.

O uso da tecnologia digital na educação contribui enormemente para o engajamento dos estudantes na dinâmica de aula. A mente humana é apaixonada por novidades. Por isso, é importante variar a rotina de estudos, fazer pequenas mudanças no local e, especialmente, experimentar diferentes ferramentas e recursos tecnológicos. Quando se buscam novas formas de ensinar e aprender, coloca-se uma aura de novidade sobre a rotina de estudos, tornando-a mais interessante e prazerosa. Conseqüentemente, crescem a atenção e o interesse dos alunos pelo assunto em pauta.

Grande parte dos artigos e discussões recentes (Antônio Moreira na área da educação, inclusive a LDB e o PCN) assinala que é preciso aproximar o conteúdo estudado da realidade dos alunos, ou seja, com a utilização do Livro Digital o professor experimenta dar um sentido mais prático à sua disciplina de Física, seja por meio da contextualização da informação (aplicação em situações reais, apresentação de casos locais) ou dos meios utilizados para transmiti-la (tecnologias digitais, canais frequentemente utilizados pelas novas gerações). Isso auxilia não apenas na compreensão do conteúdo, mas também na visualização e na resolução de problemas reais que se apresentam no cotidiano do estudante.

Por conseguinte, a escola tem a função social de promover a aprendizagem para todos. E, pensar na efetivação do ato educativo é criar possibilidades de acesso a esse conhecimento. De acordo com Saviani (2008, p.13):

[...] o trabalho educativo é o ato de produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens. Assim, o objeto da educação diz respeito, de um lado, à identificação dos elementos culturais que precisam ser assimilados pelos indivíduos da espécie humana para que eles se tornem humanos e, de outro lado e concomitantemente, à descoberta das formas mais adequadas para atingir esse objetivo.

Diante disso e do seu compromisso com o conhecimento, a escola deve pensar em uma nova forma de se trabalhar o saber articulando com as novas tecnologias educacionais envolventes. Em se tratando da tecnologia educacional, o termo remete ao emprego de recursos tecnológicos como ferramenta para melhorar a qualidade do ensino. Ao utilizar o Livro Digital *Desvendando os Mistérios do Infinito* a favor da educação de qualidade, contribuímos na promoção do desenvolvimento socioeducativo, além da socialização do saber e da informação pelo aluno. Para tanto, há de considerar os benefícios didáticos da tecnologia na escola.

Nesse sentido, mais que a inclusão digital, a tecnologia educacional nas escolas públicas pode promover uma grande oportunidade para a vida dos alunos da Educação Infantil ao Ensino Médio, trazendo inovações na relação ensino e aprendizagem e conectando o estudante ao mundo de hoje por meio da tecnologia.

Diante do exposto, é fato de que o conhecimento e o domínio do saber são de responsabilidade do professor, entretanto o Livro Digital foi uma ferramenta didática na transposição didática dos saberes de Astronomia e Gravitação Universal. Através da transposição didática, o saber científico se transformou em saber escolar, compreensível pelo aluno; o conhecimento melhor se ajustou ao perfil dos alunos na contemporaneidade (sociedade marcada pelos avanços técnicos).

Sabemos, contudo, que, com o avanço da tecnologia, a educação passou por transformações que mudaram o processo de ensino como já foi argumentado, a comunicação passou por mudanças e construções, Oliveira (2004, p. 28) argumenta:

Essa tentativa de aproximação se constrói de divergências e convergências, no que tange à estruturação de um *corpus* de conhecimento, metodologias e objetos de estudo, respeitados as peculiaridades de cada área do conhecimento, além de ocuparem lugares distintos na sociedade.

Essa afirmativa de Oliveira (2004) só vem a reforçar a importância da interação da comunicação com o processo educacional, visando à junção de suas atividades tecnologia, comunicação e educação. Assim, Oliveira (2004, p.29) vê:

[...] o processo de Educar para a comunicação, “educação para a mídia”, “educar com os meios”, “educomunicação” “mídiaeducação”, caracterizam conceitos que discutem a inclusão das mídias no espaço escolar, tanto no aspecto educacional, como no comunicacional. Refletir um processo educacional que valorize um contato maior com os meios de comunicação é algo que se vislumbra como uma possibilidade, tanto educacional como comunicacional.

Desse modo, podemos inferir, conforme Tarouco (2003), que a tecnologia educacional e de comunicação atualmente permite criar material didático usando multimídia com interatividade que tornam mais efetivo os ambientes de ensino e aprendizagem apoiado nas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TICs). Entretanto, o professor precisa estar articulado nesta nova linguagem do saber, de modo que haja a emancipação no trabalho didático em sala de aula.

Afirmamos, conforme Cardoso (2007), que o Livro Digital trouxe para os alunos novas possibilidades de informação e conhecimento, ou seja, novos processos educacionais utilizando a multimídia como estratégia diferenciada na elaboração do conteúdo, combinando e interligando com outras ferramentas didáticas (som, imagem, texto), permitindo novas possibilidades de ensinar pela professora e aprendizagem significativa pelos alunos.

Assim, o Livro Digital *Desvendando os Mistérios do Infinito* não é uma solução milagrosa para melhorar o desempenho dos alunos, compreendemos que o uso dessa tecnologia não é o fim, mas o meio pelo qual o professor e os profissionais da educação desenvolverão suas práticas pedagógicas, definindo as ferramentas e soluções que são mais relevantes para a realidade de cada escola, turma e estudante, bem como a melhor maneira de utilizá-lo no processo de ensino e aprendizagem significativa dos alunos (AUSUBEL, 1980).

2.1 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID PAUL AUSUBEL

Nesta subseção, apresentamos a importância da aprendizagem cognitiva e da estrutura cognitiva para a aprendizagem dos alunos e também o conceito de aprendizagem significativa, destacando as noções básicas que caracterizam o processo, as condições para que essa aprendizagem ocorra, os tipos e vantagens dessa aprendizagem para a produção do Livro Digital interativo.

Além disso, foram discutidos os pressupostos da teoria, sucessivamente, os eixos/dimensões da aprendizagem, enfatizando a ideia de continuidade entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica.

2.1.1 ESTRUTURA COGNITIVA

A mente humana é bastante complexa, pode-se mensurar satisfatoriamente o que o aprendiz apreendeu. Basta para isso, fundamentos precisos e coerentes que consigam sinalizar à compreensão do que foi apreendido daquilo que se ensinou.

Historicamente, o ser humano sempre esteve envolvido na missão de explicar o Universo, quer seja do ponto de vista macroscópico quanto microscópico, e não se podem descartar as questões que envolvem a mente humana. Segundo Kelly apud Moreira (2006), o homem é, metaforicamente, um homem científico por sua permanente tentativa de prever e controlar o fluxo de eventos no qual está envolvido, sendo assim o homem está permanentemente construindo modelos, representações do Universo e testando-os.

Vale ressaltar, o movimento cognitivista surgiu nos anos de 1950, em reação as ideias do Behaviorismo norte-americano e o Mentalismo europeu, propondo que além do estímulo e a emissão de uma resposta tem que considerar os processos mentais que ocorrem dentro do organismo tornando assim o ser humano um ser ativo no seu processo de aprendizagem. Portanto, de acordo com Moreira (1999, p. 15) “[...] o foco deveria estar nas chamadas variáveis intervenientes entre estímulos e respostas, nas cognições, nos processos mentais superiores [...]”.

David Ausubel como um fiel Cognitivista propõe um modelo teórico que compreende e explica a aprendizagem considerando a estrutura cognitiva como principal fator que influencia a aprendizagem e no reconhecimento da relevância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento baseando-se na premissa que a mente humana apesar de bastante complexa apresenta uma organização cognitiva interna e uma hierarquia de conhecimentos de caráter conceitual.

Além disso, o foco da sua pesquisa é a aprendizagem escolar caracterizada globalmente como uma assimilação a essa rede de determinados corpos de conhecimentos conceituais, selecionados socialmente como relevantes e organizados nas matérias escolares (SALVADOR et al., 2000).

Alguns desses modelos mentais, segundo Tavares (2016), são representações psicológicas de situações reais, hipotéticas ou imaginárias. Cientistas cognitivistas argumentam que a mente constrói modelos mentais como uma consequência da percepção, imaginação, conhecimento e compreensão do discurso.

Nessa perspectiva, supõe que modelos mentais exerçam papel unificador e central na representação de objetos, estado de coisas, sequência de eventos, a maneira como o mundo é, atitudes sociais e psicológicas no dia a dia, pois permitem que pessoas possam fazer inferências e predições, entendam fenômenos, que atitude tomar e como controlar sua execução, participar de conceitos através de animações que valorizem aquilo que o estudante já sabe, dentro do que se chama de estrutura cognitiva, que é o armazenamento de informações relevantes dentro da mente.

Para Moreira (2006), existem três tipos gerais de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora. A primeira que podemos destacar é a cognitiva que resulta no armazenamento organizado de informações na mente daquele que aprende, ou seja, a aprendizagem cognitiva é o processo de armazenamento e organização da aprendizagem. Assim, quando um aluno que está estudando Gravitação Universal consegue armazenar e organizar as ideias a respeito desse conteúdo, dizemos que houve a aprendizagem cognitiva.

Desse modo, a aprendizagem afetiva resulta de sinais internos ao indivíduo e podemos citar a dor, o prazer, a satisfação, o descontentamento, a alegria, a ansiedade. Algumas dessas experiências afetivas acompanham sempre as experiências cognitivas, assim a aprendizagem afetiva é concomitante com a aprendizagem cognitiva.

Diante do exposto, por exemplo, pessoas ansiosas ou pessoas que tenham algum transtorno de ansiedade têm uma interpretação de determinados fenômenos que as deixam ansiosas, ou seja, algumas cognições distorcidas as levam a esse processo de ansiedade (MOREIRA, 2006). A psicomotora é aquela que envolve respostas musculares adquiridas mediante ao treino e à prática.

Assim, para uma pessoa aprender alguma habilidade psicomotora, ela precisa de uma série de conceitos aprendidos cognitivamente antes mesmo desse aprendizado psicomotor. Para Ausubel dentre às três aprendizagens, a mais importante é a cognitiva, pois, segundo ele, a aprendizagem cognitiva é aquela que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva (MOREIRA, 2006).

Nessa estrutura cognitiva, ancoram-se novos conceitos e ideias de que uma pessoa vai progressivamente internalizando, aprendendo. Toda estrutura cognitiva tem pontos de ancoragem, novos conceitos vão se ligar a esses pontos de ancoragem e a partir desse contato vão se reordenar e assim ocorrerá o aprendizado.

A aprendizagem consiste na ampliação da estrutura cognitiva através da incorporação de novas ideias a ela. Portanto, a proposta de construção de um Livro Digital deve valorizar a estrutura cognitiva do aprendiz, com conceitos físicos que tenham relação e significado relevante com aquilo que o aprendiz detém de conhecimento prévio, para tal deve-se estudar mais a fundo o que Ausubel chama de Aprendizagem Significativa.

2.1.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA LEITURA NA PERSPECTIVA DE DAVID PAUL AUSUBEL

O conceito central da teoria de Ausubel é a aprendizagem significativa e para que ela ocorra realmente é necessário que os conteúdos apreendidos se articulem com ideias, conceitos

disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito, pois o mesmo enfatiza a importância dos conhecimentos prévios do aluno, ou seja, a partir do que o aluno já sabe.

Desse modo, Ausubel (1980) posiciona-se categoricamente que poderia reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso e ensine-o de acordo. Fica claro que é extremamente necessário, para que ocorra a aprendizagem significativa, a articulação entre o material a ser aprendido e os conhecimentos previamente adquiridos pelo aluno que existem na sua estrutura cognitiva. De acordo com Moreira (2006):

A aprendizagem significativa é um processo pelo qual a informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de ‘conceito subsunçor’ ou, simplesmente ‘subsunçor’, existente na estrutura cognitiva de quem aprende.

Face o exposto, o “subsunçor” é um conceito, uma ideia, uma proposição já existentes na estrutura cognitiva, capaz de servir de “âncora” a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo (MOREIRA, 2009).

A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação aporta-se em conceitos que já existem na mente do aprendiz. Essa nova informação torna-se um subsunçor para gerar novos significados para estrutura cognitiva do ser que aprende. Aqui, Ausubel vê uma hierarquia conceitual em que elementos de conceitos mais específicos estão ligados a conceitos mais gerais e como ilustra Moreira (2006):

Nova informação ‘ancora-se’ em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às primeiras. Entretanto, a experiência cognitiva não se restringe à influência direta dos conceitos já aprendidos significativamente sobre componentes da nova aprendizagem, mas abrange também modificações significativas em atributos relevantes da estrutura cognitiva pela influência do novo material.

Há um processo de interação através do qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material servindo de ancoradouro, incorporando-o e assimilando-o, porém, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem (MOREIRA, 2009).

Destarte, no conteúdo de Gravitação Universal, por exemplo, se o conceito de aceleração da gravidade já existir na estrutura cognitiva do aprendiz, ele serve de subsunçor para novas informações referentes a esses conceitos, como, por exemplo, o conceito de força gravitacional, que leva a outro conceito o da Lei da Gravitação Universal formulada por Isaac Newton.

O processo de “ancoragem” da nova informação resulta em modificação do subsunçor anterior, que dependendo da frequência com que ocorre a aprendizagem significativa, pode ter

subsunçores desenvolvidos ou pouco abrangentes. A aprendizagem significativa envolve a construção de novos significados e para Tavares (2016) são necessárias três condições:

- a) O material instrucional com conteúdo estruturado de maneira lógica;
- b) A existência na estrutura cognitiva do aprendiz de conhecimento relacionável com o novo conteúdo;
- c) A vontade e disposição do aprendiz de relacionar o novo com aquilo que ele já sabe.

A construção do Livro Digital é uma proposta que visa atingir as três principais necessidades apontadas por Ausubel para se adquirir uma aprendizagem realmente significativa. A utilização do Livro Digital visa facilitar o aprendizado dos conceitos de Gravitação Universal e Astronomia através de animações, vídeos, simuladores e imagens, dispondo de uma sequência didática que contemple esses conceitos de forma organizada e considere os conhecimentos prévios do aprendiz. E por fim, o Livro Digital é dinâmico e interativo, despertando no aprendiz interesse e motivação pelo material tecnológico.

Desse modo, Ausubel e seus colaboradores reconhecem três tipos de aprendizagem significativa: representacional, de conceitos e proposicional. A aprendizagem representacional é o tipo de aprendizagem mais básica, em que se aprende através de símbolos, palavras unitárias. Por exemplo, quando o aluno estiver estudando Astronomia vai se deparar com uma série de símbolos que representam os planetas. Esse símbolo $\♂$ representa o planeta Marte e o aluno pode associar o símbolo ao que ele representa.

A aprendizagem de conceitos tem como ponto de partida a aprendizagem representacional, pois os conceitos são também representados por símbolos particulares. De acordo com Ausubel, segundo Moreira (1999, p. 157), a aprendizagem de conceitos são “[...] abstrações dos atributos essenciais dos referenciais, isto é, representam regularidades em eventos ou objetos”.

No caso do exemplo anterior, dizemos que o aluno aprendeu o conceito de planeta quando ele pode realizar duas operações de pensamento. A primeira, a abstração, capaz de distinguir planeta de não planeta; a segunda, a generalização, possibilita incluir no primeiro grupo todos os tipos de planetas.

Além do mais, a aprendizagem proposicional consiste em aprender o significado de ideias em forma de proposição e não apenas através de palavras isoladas ou combinadas. Conforme ilustra Moreira (1999, p.157) “[...] o significado das ideias expressas verbalmente por meio desses conceitos sob a forma de uma proposição, ou seja, a tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõem a proposição”.

Assim, a aprendizagem significativa proposicional é a mais complexa do que a aprendizagem representacional e conceitual, haja vista que as representações e conceitos podem servir como subsunçores na aprendizagem de proposições.

2.1.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA X APRENDIZAGEM MECÂNICA

Em contraste com a aprendizagem significativa, Ausubel (1980) apresenta o conceito de aprendizagem mecânica ou automática como sendo novas informações com pouca conexão com os conceitos existentes na estrutura cognitiva, assim não há interação entre o novo e o já armazenado e o que se aprende é adquirido de maneira literal e arbitrária. Um exemplo disso em Física é a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos, sem estabelecer relações entre eles.

Para Ausubel, a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não são dicotômicas, e sim contínuas. A aprendizagem mecânica dentro do contexto do ambiente escolar é considerada apenas como memorização de fórmulas e conceitos, não havendo retenção de ideias e conteúdos, mas a mera transferência de conhecimento pouco valorizado, pois fica na mente do aprendiz apenas por um curto período.

Nessa perspectiva, na aprendizagem mecânica não há retenção de conhecimento, mas apenas a transferência deste. Ademais, pode-se dizer ainda que, na aprendizagem mecânica, as novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem se ligar a conceitos subsunçores específicos. Obviamente, a aprendizagem mecânica não se processa em um “vácuo cognitivo”, pois alguma associação pode existir, porém, não no sentido de interação como na aprendizagem significativa.

Considere, por exemplo, o caso em que o estudante não possui em sua estrutura cognitiva os subsunçores necessários para se relacionar ao novo conhecimento, neste caso pode ser necessário recorrer temporariamente a uma aprendizagem mecânica, com uso de organizadores prévios, por exemplo, para que seja possível, a partir destes conhecimentos, continuar aprendendo significativamente, assim como afirma Lemos (2011, p.32):

Quando a estrutura cognitiva do indivíduo não possui subsunçores diferenciados e estáveis para ancorar, subsumir, a nova informação, o indivíduo a armazenará de forma literal e não substantiva, ou seja, realizará aprendizagem mecânica. O conhecimento aprendido mecanicamente pode ir paulatinamente sendo relacionado com novas ideias e reorganizado na estrutura cognitiva, caso o sujeito continue interagindo com o novo conhecimento. É essa interação dinâmica que caracteriza a não dicotomia entre duas formas de aprendizagem [...].

Face o exposto, embora a aprendizagem significativa deva ser preferida à mecânica por facilitar a aquisição de significados, a retenção e a transferência de aprendizagem, pode ocorrer em certas situações que a aprendizagem mecânica seja desejável ou necessária, por exemplo, em uma fase inicial da aquisição de um novo corpo de conhecimento (MOREIRA, 2009).

Portanto, certo de que a aprendizagem mecânica ocorre desde a infância com a aquisição de formas de conhecimento que servirão mais tarde como esteio para posterior aprendizagem significativa, é importante a sua utilização nos conceitos de Gravitação Universal e Astronomia, já que alguns conceitos, ideias, proposições, teorias e outras formas de conhecimento podem ser novos para o aprendiz. Por outro lado, ideias estabelecidas na estrutura cognitiva podem, no curso de novas aprendizagens, serem reconhecidas como relacionadas.

Novak (1980, p.61) destaca quatro vantagens da aprendizagem significativa sobre a aprendizagem mecânica:

- a) Os conhecimentos adquiridos ficam retidos por um período maior de tempo;
- b) As informações assimiladas resultam num aumento da diferenciação de ideias que serviram de âncoras, aumentando, assim a capacidade de uma maior facilitação da subsequente aprendizagem de materiais relacionados;
- c) As informações que são esquecidas após a assimilação ainda deixam um efeito residual no conceito assimilado e, na verdade, em todo o quadro de conceitos relacionados;
- d) As informações apreendidas significativamente podem ser aplicadas numa enorme variedade de novos problemas e conceitos.

Conforme vimos, a aprendizagem também pode acontecer de maneira mecânica, mas os conhecimentos adquiridos ficam por um período curto de tempo, sendo a aprendizagem significativa muito mais vantajosa e mesmo que as informações adquiridas sejam esquecidas, ela pode deixar âncoras no aprendiz, facilitando a aprendizagem de conteúdos posteriores.

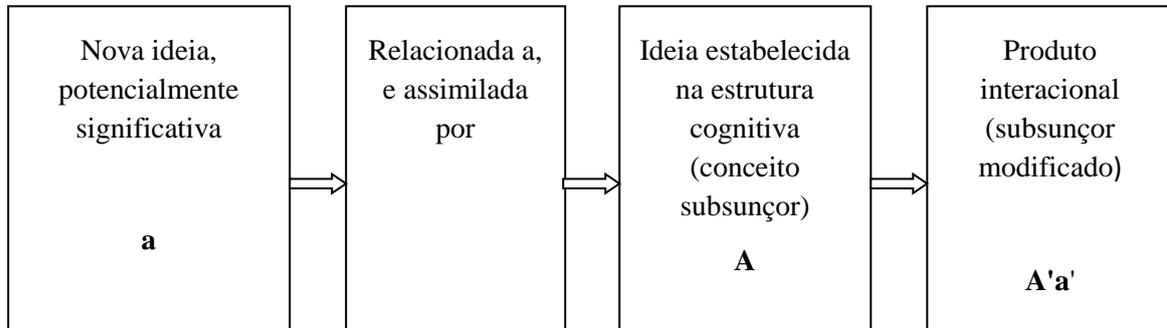
2.1.4 O PROCESSO DE ASSIMILAÇÃO COGNITIVA

A aprendizagem significativa ocorre quando um novo conteúdo se relaciona com aquele adquirido. De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980), o resultado dessa interação, que ocorre entre o novo material e a estrutura cognitiva existente, é a assimilação dos significados velhos e novos, dando origem a uma estrutura mais altamente diferenciada.

O processo de assimilação é introduzido por Ausubel visando tornar mais preciso e transparente o processo de aquisição e organização de significados. Para ele a assimilação é o resultado da interação entre o material a ser aprendido e a estrutura cognitiva do indivíduo,

considerando a aprendizagem significativa. Esse princípio, conforme Moreira (2009) pode ser assim representado (figura 1):

Figura 1 – Processo de assimilação.



Fonte: Elaborado a partir de esquema proposto por Moreira (1999)

Face o exposto, a assimilação é o processo que ocorre quando uma nova ideia, conceito ou proposição **a**, potencialmente significativo, é relacionado e assimilado sob uma ideia, conceito ou proposição a uma ideia relevante, um subsunçor **A**, já estabelecido na estrutura cognitiva do aluno, como um exemplo, extensão, elaboração ou qualificação do mesmo.

Assim, como sugerido no esquema, não só a nova informação **a**, mas também o conceito subsunçor **A**, com o qual ela se relaciona e interage, são modificados pela interação. Ambos produtos dessa interação, **a'** e **A'**, permanecem relacionados como coparticipantes de uma nova unidade ou complexo ideacional **A'a'**.

Além do mais, o verdadeiro produto do processo interacional que caracteriza a aprendizagem significativa não é apenas o novo significado de **a'**, mas inclui também a modificação da ideia-âncora, sendo, conseqüentemente, o significado composto de **A'a'** (MOREIRA, 2009).

Se o aluno, por exemplo, tiver de adquirir um conceito novo (Gravitação Universal) e na sua estrutura cognitiva já estiver disponível um conceito mais amplo (força), aquele será assimilado por este e como resultado ocorrerá tanto a aquisição do significado de Gravitação Universal pelo aluno quanto a modificação e ampliação do conceito já existente.

Por conseguinte, o Livro Digital foi construído de modo a obedecer à sequência da figura 1, que a nova informação potencialmente significativa esteja relacionada com um subsunçor já existente e seja assimilada pelo aprendiz e assim o produto final tenha um subsunçor modificado com o novo conceito já assimilado, dessa forma fica caracterizada a aprendizagem significativa.

O processo de assimilação cognitiva, pode se dar de três formas, mediante a aprendizagem subordinativa, superordenada e combinatória. A aprendizagem subordinativa,

que é a principal forma de aprendizagem significativa, a assimilação se dá quando o material que deve ser aprendido é assimilado por um conceito subsunçor mais inclusivo existente na estrutura cognitiva do sujeito. De acordo com Ausubel (1980), a aquisição de significados ocorre tanto na aprendizagem conceitual, como na aprendizagem proposicional.

A aprendizagem subordinada pode ocorrer de duas maneiras: por derivação e por correlação. A aprendizagem subordinada derivativa ocorre quando os novos conceitos a serem aprendidos têm um caráter de exemplo específico, ou de ilustração dos conceitos previamente aprendidos. Por exemplo, quando o aluno já tem disponível na estrutura cognitiva o conceito de estrelas, pode aprender por derivação que o Sol é uma estrela (MORAES, 1997).

Na aprendizagem subordinada correlativa, os novos conhecimentos são aprendidos como extensão, elaboração, modificação ou qualificação dos conceitos já existentes (MORAES, 1997). Utilizando o exemplo anterior, quando o aluno aprende o conceito de estrela que é um astro que possui luz própria e emite energia em forma de luz e calor, pode acrescentar a ideia de que o Sol é uma estrela.

Nesse ínterim, a aprendizagem superordenada ocorre quando um conceito potencialmente significativo a ser aprendido é mais amplo e inclusivo (mais geral) que os já existentes na estrutura cognitiva, e, esse novo conceito inclui os já aprendidos anteriormente.

Ausubel (1980), destaca que esse tipo de aprendizagem geralmente ocorre no raciocínio indutivo, ou quando o material é organizado de forma indutiva, ou, ainda, quando envolve a síntese de ideias compostas, ocorrendo mais comumente na aprendizagem conceitual que na proposicional.

Na aprendizagem combinatória, diferentemente da aprendizagem subordinada e superordenada, os novos conceitos aprendidos não podem ser relacionados, seja de forma subordinada, seja superordenada, com ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva do sujeito, visto que não há relação hierárquica entre os conhecimentos prévios e o novo material.

Dessa forma, grande parte das generalizações que os alunos aprendem em Ciências, Matemática e Ciências Humanas ilustra aprendizados combinatórios, como, por exemplo, relações entre força e aceleração, peso e gravidade.

Face o exposto, na aprendizagem significativa ocorrem dois processos de relevância educativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A primeira está mais relacionada com a aprendizagem subordinada, especialmente a correlativa e nesse momento os conceitos inclusores vão se modificando, desenvolvendo-se, tornando-se cada vez mais diferenciados, produzindo uma estrutura cognitiva organizada hierarquicamente e fortalecendo as possibilidades de aprendizagem significativa.

O processo de reconciliação integradora, no que lhe concerne, é entendido como a recombinação de elementos existentes na estrutura cognitiva do sujeito que, no decorrer das aprendizagens superordenadas e combinatória, à medida que novas informações são percebidas podendo assim assumir uma nova organização e um novo significado. Vejamos a seguinte exemplificação feita por Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.104):

[...] os alunos podem saber que ervilhas e tomates são vegetais, mas estes são classificados como frutos em biologia. A confusão inicial que o aluno pode experimentar é resolvida quando aprendem novos significados combinatórios e o estudante compreende que a classificação nutricional dos alimentos não é igual à classificação botânica. Assim, cenoura, beterraba e inhame são vegetais e raízes, ou tubérculos, mas ervilhas, pepinos e tomates são vegetais e frutos [...].

Nesse ínterim, de acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.104) “[...] toda a aprendizagem que resulta na reconciliação integradora, resultará também na posterior diferenciação dos conceitos ou proposições existentes”. Após a reconciliação integradora, os conceitos e proposições existentes anteriormente são modificados e novos significados são inseridos na estrutura cognitiva do aprendiz.

2.1.5 ORGANIZADORES PRÉVIOS E MAPAS CONCEITUAIS

A aprendizagem significativa pressupõe a existência de conceitos, ideias e proposições relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, para servirem de ancoradouro para a nova aprendizagem e quando essas ideias não tiverem âncoras, o professor pode fazer uso dos organizadores prévios. Segundo Ausubel (1980), os organizadores prévios são materiais introdutórios (organizadores) de maior nível de abstração, generalidade e inclusividade do que o novo material que vai ser aprendido, sendo, portanto, introduzido antes do próprio material de aprendizagem e distintos de sumários que são apresentados no mesmo nível de generalidade.

Assim, o Livro Digital fez uso desses organizadores prévios para preencher o espaço entre aquilo que o aprendiz conhece e o que precisa conhecer, preparando-o para aprender significativamente os conteúdos, Gravitação Universal e Astronomia.

Nesse sentido, os organizadores prévios, segundo Moreira (2006), podem fornecer inclusive relevantes para aprendizagem significativa de um novo material, como estabelecer relações entre ideias já existentes na estrutura cognitiva e aquelas contidas no material a ser aprendido.

Para favorecer a aprendizagem do aluno, o professor pode utilizar instrumentos didáticos como os mapas conceituais, pois, de acordo com Moreira e Buchweitz (1987, p. 9), “[...] mapas conceituais são diagramas hierárquicos indicando os conceitos e as relações entre

os conceitos [...]” e podem ser utilizados como instrumentos de ensino e/ou aprendizagem para apresentar as relações hierárquicas entre conceitos que estão sendo ensinados em uma aula, em uma unidade de estudo ou em uma disciplina.

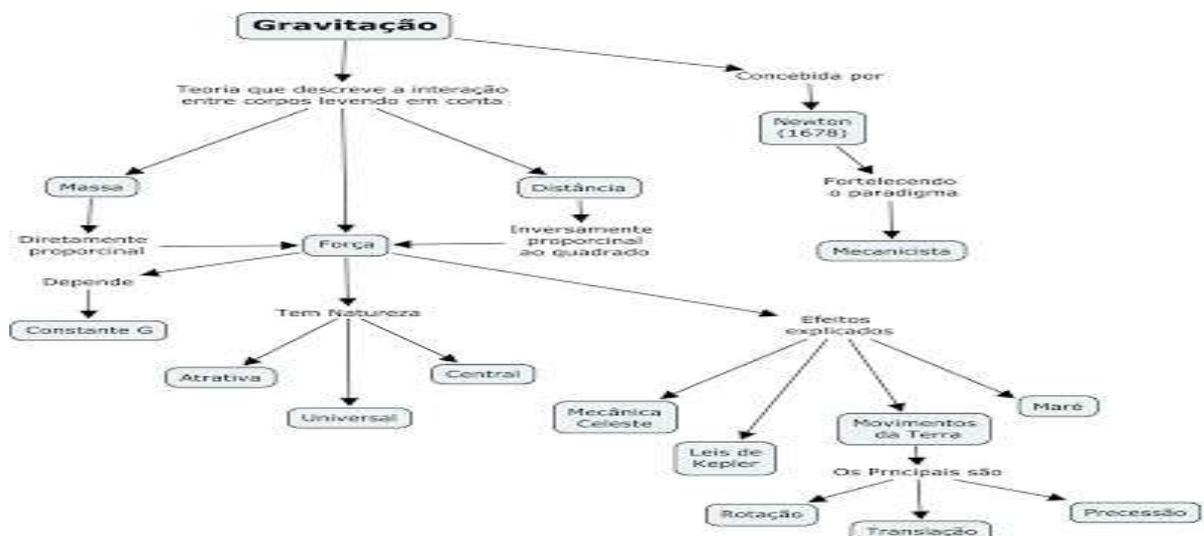
A utilização desses instrumentos no Livro Digital ao final do capítulo 1 (um), em que os alunos produziram mapas conceituais, facilitou evidências de uma aprendizagem significativa à medida que enfatizou o sentido de unidade, a articulação, a hierarquização dos conhecimentos sobre a origem do Universo, explicitando as relações de subordinação e superordenação que afetarão a aprendizagem conceitual (MOREIRA, 2006).

De acordo com Moreira e Buchweitz (1987) e Moreira (2006), os mapas conceituais oferecem várias vantagens, destacam a estrutura conceitual de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais no seu desenvolvimento, evidenciam que os conceitos de uma dada disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade apresentando esses conceitos em uma ordem hierárquica de inclusividade que facilita a sua aprendizagem e retenção promovendo uma visão integrada do assunto. Os mapas conceituais para os conceitos de Gravitação Universal (figura 2) e Astronomia (figura 3) serão utilizados como recursos didáticos no Livro Digital.

Entretanto, o professor deve ter cuidado com os mapas conceituais para não serem encarados como algo a mais a ser memorizado, se os mapas não tiverem significado para o aluno, podem dificultar a aprendizagem e a retenção, ao invés de facilitá-las.

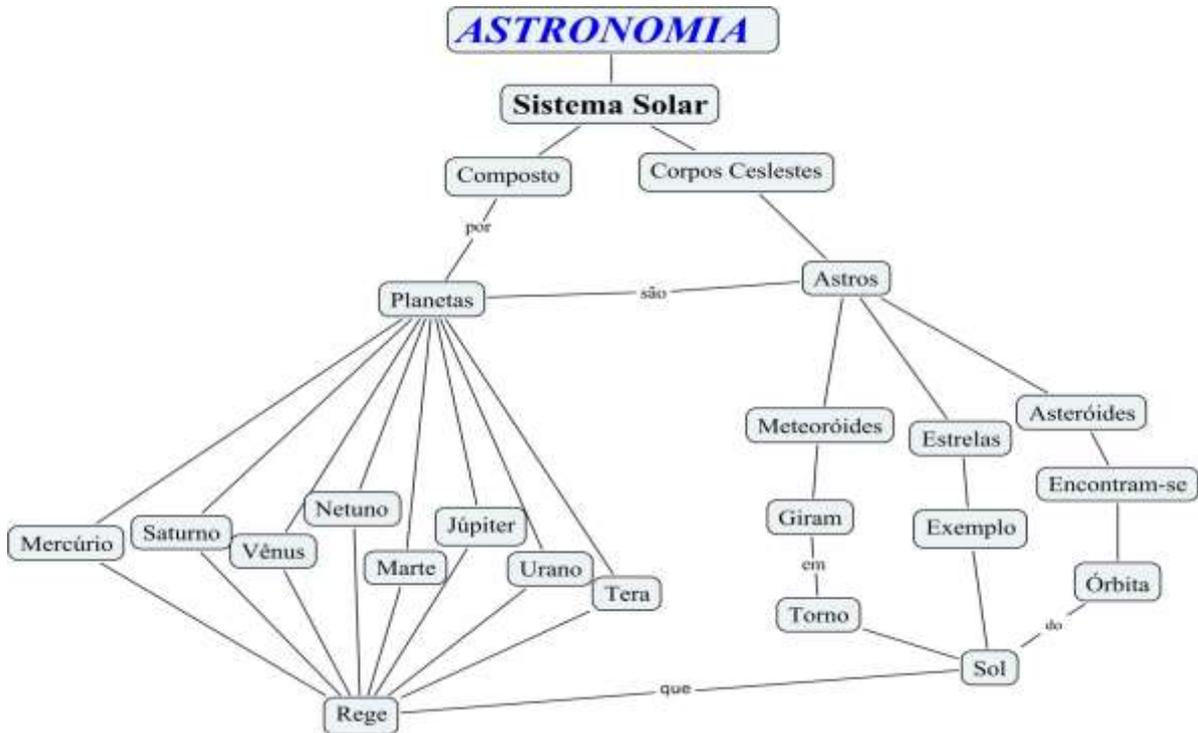
Na sala de aula, o professor pode minimizar essas desvantagens, apresentando explicação sobre os mapas, sua finalidade e pode incentivar aos alunos a construírem os seus mapas conceituais acerca dos assuntos abordados.

Figura 2 – Mapa conceitual para o conceito de Gravitação Universal



Fonte: Blog do Professor Sidney Maia. Disponível em: sidneymaiaaraujo.blogspot.com.

Figura 3 – Mapa conceitual para o conceito de Astronomia



Fonte: Blog do Professor Sidney Maia. Disponível em: sidneymaiaaraujo.blogspot.com.

Diante do exposto, mesmo com todo cuidado por parte do professor, é necessário considerar que além da influência substantiva de conceitos unificados e programática de métodos adequados, podemos ter a influência de fatores externos que não podem ser controlados, tais como o meio social, ambiental, o poder econômico e a política educacional, nas palavras de Lemos (2011), não se pode negligenciar que existem influências que delimitam ou limitam o poder de decisão e atuação do docente.

Tal fato nos leva a questionar até onde vai a autonomia do professor e, a considerar que a natureza (política, econômica, social e ambiental) do contexto poderia ser tomada como uma terceira condição a influenciar a organização do material potencialmente significativo. Um professor, por melhor preparado que seja dificilmente conseguirá desenvolver um bom trabalho se os fatores macroestruturais não contribuírem para isso.

Em suma, objetivamos nessa seção mostrar a relevância das novas tecnologias para a aprendizagem significativa e os pressupostos teóricos desta, na perspectiva de David Paul Ausubel e como o Livro Digital é uma alternativa que desperta o interesse, a motivação do aluno pela leitura e como o uso dessa ferramenta didática pode facilitar o aprendizado do mesmo. Na seção seguinte discutiremos acerca dos principais tópicos da Astronomia e da Gravitação Universal e a importância desses temas para a formação crítica e reflexiva do aluno.

3 DESCORTINANDO O UNIVERSO: origem e formação

Essa seção tem por objetivo apresentar desde o surgimento da Astronomia, as suas implicações e a importância do seu estudo com a Gravitação Universal para os alunos do Ensino Médio.

O Universo sempre encantou os seres humanos. É complicado identificar uma civilização que não tenha fascínio e se preocupado em observar cuidadosamente o céu. Ao mesmo tempo, em que admiramos a sua extensão e beleza, sentimos o desafio de conhecê-lo e o desejo de descobrir a sua conexão conosco (MILONE et al., 2003).

Ao pesquisarmos o Cosmo, estamos também investigando sobre a nossa própria origem, quem somos e para onde iremos. Em muitos aspectos a Astronomia influencia em nossa forma de pensar, inclusive nas definições de ciclos de tempo, tal como a definição do dia, semana e ano. O ciclo das estações, a luz e o calor do Sol durante o dia, o luar e as estrelas à noite, a necessidade de se orientar em seus percursos de um lugar a outro e de estabelecer uma cronologia para os acontecimentos foram grandes motivações para o homem estudar e tentar modelar o Universo (MILONE et al., 2003).

Antigamente, o Universo se resumia ao Sol, a Lua e alguns planetas. Com o aperfeiçoamento dos instrumentos astronômicos, e a própria evolução das ideias, o conhecimento humano foi aumentando e o Cosmo se revelando, de forma surpreendente e impressionante.

É com muita frequência que a mídia divulga imagens belíssimas dos planetas do Sistema Solar que são explorados por sondas espaciais e com modernos telescópios que fornecem imagens de alta qualidade do Cosmo.

Por conseguinte, a Astronomia vem decifrando o seu interior, a sua formação e evolução, tão ligadas à nossa própria existência. Em particular, uma ciência tão presente em nossa história deveria ser amplamente divulgada e trabalhada entre os alunos do Ensino Fundamental e Médio, como os PCN sugerem. Tal assunto é de grande interesse dos alunos, pois a Astronomia é uma ciência em constante evolução (MILONE et al., 2003).

3.1 NASCIMENTO DA ASTRONOMIA

Atualmente, é cada vez mais difícil admirar um céu noturno escuro e estrelado, principalmente para quem vive num centro urbano, pois a poluição luminosa da cidade ofusca o brilho da maioria dos astros.

Antigamente, quando o ser humano vivia em pequenos grupos nômades. A preocupação com a sobrevivência num ambiente natural e hostil era crucial. Caçar, pescar, procurar frutas e raízes, fugir de animais perigosos e abrigar-se das variações climáticas faziam parte do cotidiano do homem pré-histórico. O homem dessa época tinha que se adaptar à alternância do claro-escuro e à mudança das estações. Acredita-se, que o Sol foi o primeiro astro a ser notado. As razões são óbvias, o Sol que proporciona a mais evidente alternância de claro-escuro da natureza (o dia e a noite) e que atua como a principal fonte de calor para os seres humanos (MILONE et al., 2003).

Segundo Milone et al. (2003), a Lua foi o segundo astro a ser percebido, visto que ilumina a escuridão da noite, principalmente em sua fase cheia. As estrelas devem ter sido notadas em seguida, como pontos brilhantes em contraste a um céu bastante escuro. Os outros cinco astros errantes (significado original da palavra planeta, de origem grega) visíveis a olho nu só foram notados, quando a observação do céu se tornou persistente noite após noite.

Além disso, no tempo da pré-história já havia desenhos inscritos em rochas, como figuras de astros, animais, montanhas, florestas, desertos e a água eram tidas como divindades, porque não eram inteiramente compreendidos. Após a última glaciação, a agricultura e a domesticação de animais tornaram-se atividades importantes para a sobrevivência do homem em nosso planeta. Começaram a aparecer os primeiros vilarejos e povoados (MILONE et al., 2003).

3.2 A TEORIA DO *BIG BANG*

Chamamos de Universo o espaço com toda a matéria e toda a energia existente nele, atualmente a teoria mais aceita para explicar como o Universo se formou é a do *Big Bang*, uma expressão em inglês que pode ser traduzida como “Grande Explosão”. (DAMINELI et al., 2011).

Essa teoria sustenta que o Universo surgiu a partir da explosão de uma única partícula o átomo primordial causando um cataclismo cósmico inigualável a 13,8 bilhões de anos, como afirmam Canalle e Nogueira (2009, p.50):

[...] muito antes que um segundo tivesse decorrido desde o Big Bang, sabemos que o cosmos provavelmente sofreu um aumento radical de tamanho, numa velocidade maior que a da luz! Esse processo de crescimento descontrolado e rápido é chamado de inflação, e foi graças a ele que o Universo não voltou a entrar em colapso logo no início, implodindo sobre si mesmo. Quando a gravidade se deu conta do que estava acontecendo, era tarde demais para reunir toda a matéria e energia no ponto em que ela estava originalmente - o Universo havia nascido.

A mesma teoria afirma, ainda, que o Universo esteja em contínua expansão e para Canalle e Nogueira (2009), até então, havia uma mistura de partículas subatômicas (*quarks*, elétrons, neutrinos e suas partículas) que se moviam em todos os sentidos com velocidades próximas à da luz. As primeiras partículas pesadas, prótons e nêutrons, associaram-se para formarem os núcleos de átomos leves, como hidrogênio, hélio e lítio, que estão entre os principais elementos químicos do Universo. Ao expandir-se, o Universo também se resfriou, passando da cor violeta à amarela, depois laranja e vermelha.

Assim, cerca de 1 milhão de anos após o instante inicial, a matéria e a radiação luminosa se separaram e o Universo tornou-se transparente: com a união dos elétrons aos núcleos atômicos, a luz pode caminhar livremente e cerca de 1 bilhão de anos depois do *Big Bang*, os elementos químicos começaram a se unir dando origem às galáxias.

3.3 BELEZA ESTELAR: nascimento e morte das estrelas

Estrelas são imensas esferas de gás formadas de hidrogênio e hélio. O seu brilho vem da produção de energia através de reações nucleares e elas também têm o seu ciclo de vida: nascem, crescem e morrem. Elas nascem no que chamamos de berçário estelar, que são nebulosas imensas de gases compostas de hidrogênio e hélio (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

Assim, pode haver regiões da nebulosa com maior concentração de gases. Nessas regiões a força gravitacional é maior, o que faz com que ela comece a se contrair. Quando um gás se contrai, ele esquenta e a temperatura final da estrela vai depender do tamanho dessa região mais densa. Se houver muito gás, a temperatura aumentará o suficiente para iniciar a queima do hidrogênio (fusão nuclear), liberando muita energia e assim nasce uma estrela. De acordo com Canalle e Nogueira (2009, p.55):

A fusão nuclear se dá no interior das estrelas primeiro usando o hidrogênio como combustível. Ao cabo de milhões ou bilhões de anos (dependendo do porte da estrela: quanto mais massa, mais rapidamente ela gasta seu combustível), o hidrogênio se torna escasso e ela passa a fundir hélio, convertendo-o em carbono; dali, o carbono será fundido em átomos diversos, como neônio, oxigênio, sódio e magnésio. Finalmente, se tiver massa suficiente, a estrela fundirá esses átomos em ferro. A fusão é a maneira que as estrelas encontram para defender sua estabilidade. Ao fundir elementos em seu núcleo, elas produzem uma pressão de radiação na direção de dentro para fora, que compensa a pressão exercida por sua própria gravidade, de fora para dentro. Ocorre que, quando se chega no ferro, há um impasse. O processo de fundir-lo, em vez de produzir mais energia, exige que mais energia seja depositada no processo – energia que a estrela não tem de onde tirar. Ou seja, é um beco sem saída para o astro, que, sem poder combater a força da gravidade, implode. Se sua massa for algumas vezes maior que a do Sol, ela explodirá na forma de uma supernova. É o urro final de uma estrela moribunda de grande massa. Após esgotar todas as possibilidades de fazer fusão, ela explode suas camadas exteriores. No instante inicial, ela brilha mais que a galáxia inteira em que reside. Ao longo de dias e semanas, seu

brilho se torna mais intenso do que o de todas as estrelas de sua galáxia de origem. É um evento literalmente celestial. Nesse processo violento são produzidos os elementos mais pesados que o ferro – é da supernova que vem a energia extra requerida para a produção de átomos como os de urânio e plutônio. E o espalhamento desses materiais pelo cosmos após a explosão faz com que aquela região do espaço seja semeada com todos esses elementos pesados. Com o tempo, uma nuvem de gás se condensará ali e dará origem a futuras estrelas, que terão incorporados em si os restos de suas antepassadas. Foi graças a esse processo que o Sol, uma estrela comum hoje, o Sol ainda não fabrica mais que hélio em seu núcleo, mas já possui quantidade detectável de carbono e ferro, graças a supernovas que abasteceram a nuvem gasosa.

À medida que as estrelas vão queimando o seu combustível nuclear, a temperatura (no seu centro) vai aumentando, isso faz com que elas se expandam virando o que chamamos de Gigantes Vermelhas. Quando o Sol atingir essa fase de Gigante Vermelha, engolirá Mercúrio, Vênus e a Terra, chegando próximo à órbita de Marte. O que mantém as estrelas estáveis é um equilíbrio entre a força gravitacional (que tende a puxar todo o seu conteúdo para o centro) e a pressão (que faz com que os gases se expandam).

Assim, uma estrela quando morre pode se tornar uma Anã Branca ou uma Supernova. A Supernova pode se tornar uma estrela de nêutrons ou um temível buraco negro, mas isso tudo vai depender da massa da estrela. Os tamanhos das estrelas podem ser bem diferentes. O seu diâmetro pode variar de um centésimo do diâmetro do Sol, até mil vezes esse tamanho (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

Foto 1 - Nebulosa de Caranguejo



Fonte: Foto do telescópio espacial Hubble. (NGC4261)

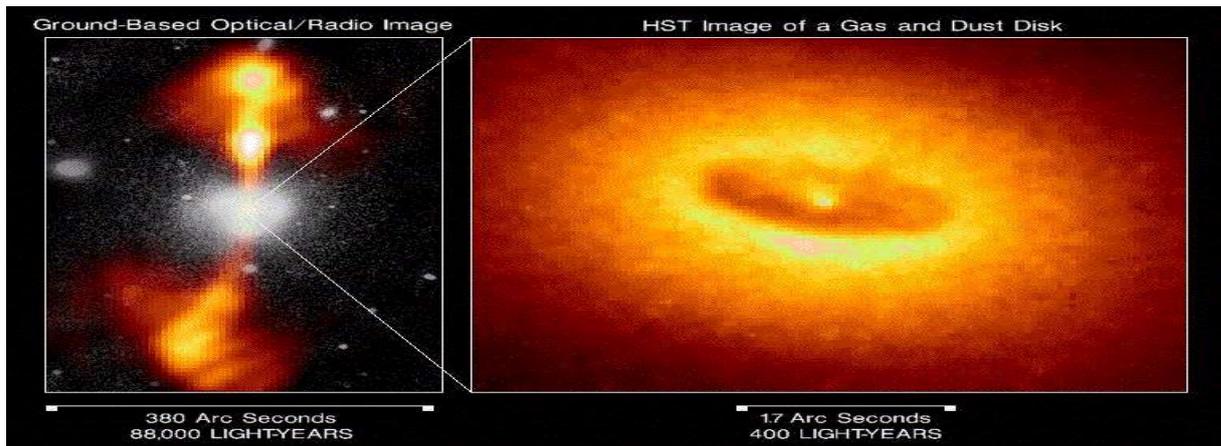
Nesse sentido, se a estrela tiver menos que oito vezes a massa do Sol, ela se esfriará lentamente virando uma Anã Branca. As Anãs Brancas podem ter tamanhos comparáveis aos da Terra, porém com massas próximas a do Sol. A Supernova é a morte catastrófica de grandes estrelas, cuja massa é cerca de 10 (dez) vezes superior à massa do Sol (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

Além do mais, as estrelas de nêutrons são os resíduos da explosão de uma Supernova. O diâmetro de uma estrela de nêutrons é de 10 (dez) quilômetros (km) e podem ter um campo magnético muito forte, o que faz que as ondas de rádio sejam emitidas num feixe estreito. Ao

girar, o pulso pode passar pela Terra, isso faz com que essas estrelas pareçam faróis cósmicos (DAMINELI; STEINER, 2010).

No entanto, o buraco negro são objetos misteriosos e o resultado da explosão de uma estrela com muita massa. A força gravitacional é tanta, que nada pode impedir que a sua matéria caia indefinidamente até o centro. Em princípio esses objetos seriam pontuais, mas possuem massas bem maiores que a do Sol (CANALLE; MATSUURA, 2007).

Foto 2 - O disco que vemos nessa imagem possivelmente é o traço da presença de um buraco negro.



Fonte: Foto do telescópio espacial Hubble. (NGC4261)

Próximo ao buraco negro, o campo gravitacional é muito intenso, existindo uma certa distância do buraco negro, chamada de horizonte dos eventos a partir da qual nada pode sair, nem a luz. A atração gravitacional fora do horizonte é a mesma que seria produzida por qualquer outro corpo de mesma massa, sendo assim, o buraco negro absorve material próximo a ele, por isso pode vir a ter a massa de milhões de estrelas.

3.3.1 CONSTELAÇÕES

Para Milone et al. (2003, p. 12), “uma constelação corresponde a uma mera configuração projetada no céu, formada por linhas imaginárias conectando estrelas brilhantes”. Essas constelações são associadas a desenhos que representam objetos, heróis ou deuses da sociedade humana que a concebeu.

O termo constelação vem do vocábulo latino *constellatio*, que significa reunião de astros, muito embora as estrelas de uma constelação não estejam fisicamente reunidas pela gravitação em função das enormes distâncias que as separam. As 48 (quarenta e oito)

constelações clássicas foram compiladas pelo grego Ptolomeu em 137 d.C., inclusive as zodiacais (MILONE et al., 2003).

Além disso, parte das constelações clássicas simboliza histórias e mitologias herdadas dos povos antigos da Mesopotâmia e Egito. Em 1929, a União Astronômica Internacional estabeleceu uma cartografia completa da esfera celeste contendo 88 (oitenta e oito) constelações no total. As 40 (quarenta) outras, acrescentadas na era moderna, foram definidas principalmente na época das grandes navegações oceânicas, simbolizando essencialmente animais pertencentes às novas terras encontradas pelos europeus, e objetos usados na navegação da época. A maioria das constelações novas situa-se no hemisfério sul do céu.

Nesse ínterim, um dos tipos mais antigos de orientação no espaço e no tempo, utilizados pelo homem para se movimentar pela superfície terrestre, é a navegação por meio da posição das estrelas. A navegação celeste é mais comumente aplicada para navegações marítimas. A partir da observação da posição de determinadas estrelas com relação ao meridiano celeste local e ao horizonte, pode-se calcular a posição geográfica correta de um lugar (MILONE et al., 2003).

3.4 EXPLORANDO O SISTEMA SOLAR

O Sistema Solar surgiu há 4,5 bilhões de anos, sendo a explicação mais aceita para a sua origem é a da Nebulosa Solar Primitiva (NSP), primeiramente proposta por Laplace, em 1796 em que os planetas seriam subprodutos da formação do Sol e todo o Sistema Solar da matéria interestelar a partir de uma nuvem de gás e poeira que girava ao redor de si mesma. Sob a ação de seu próprio peso, essa nuvem se achatou, transformando-se num disco, em cujo centro formou-se o Sol. Dentro desse disco, iniciou-se um processo de aglomeração de materiais sólidos, que, ao sofrerem colisões entre si, deram lugar a corpos cada vez maiores, os outros planetas (RYBSKI, 2000).

A composição de tais aglomerados relacionava-se com a distância que havia entre eles e o Sol. Longe do astro, onde a temperatura era muito baixa, os planetas possuem muito mais matéria gasosa do que sólida, é o caso de Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Os planetas perto dele, ao contrário, o gelo evaporou, restando apenas rochas e metais, é o caso de Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Contudo, o Sistema Solar é um conjunto de planetas, asteroides e cometas que giram ao seu redor.

Além do que, os corpos mais importantes do Sistema Solar são os oito planetas que giram ao redor do Sol, descrevendo órbitas elípticas, isto é, órbitas semelhantes a circunferências ligeiramente excêntricas.

Figura 4 - Os planetas que compõem o Sistema Solar



Fonte: Só Biologia. Disponível em: <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Universo/sistemasolar.php>.

A força gravitacional do Sol mantém os planetas em órbita, sua luz e calor tornam possível a vida na Terra. A Terra dista, em média, 150 (cento e cinquenta) milhões de quilômetros do Sol, distância percorrida pela luz em 8 (oito) minutos. As demais estrelas estão localizadas em pontos muito mais distantes.

As observações científicas realizadas indicam que o Sol é uma estrela de luminosidade e tamanho médios, que no céu existem incontáveis estrelas maiores e mais brilhantes e que ele possui 99,9% da matéria de todo o Sistema Solar. Isso significa que os demais astros do Sistema juntos somam apenas 0,1%, sendo o Sol uma enorme esfera de gás incandescente composto essencialmente de hidrogênio e hélio, com um diâmetro de 1,4 milhões de quilômetros. Agora vamos descrever brevemente os oito planetas que compõem o Sistema Solar (RYBSKI, 2000).

Figura 5 - Mercúrio



Mercúrio é um planeta rochoso, destituído de satélites e atmosfera rarefeita, sendo o menor planeta do Sistema Solar um pouco maior que a Lua e o mais próximo do Sol. Por esse motivo apresenta temperaturas bastante elevadas de cerca de 400 °C.

A face do planeta não iluminada pelo Sol pode atingir temperaturas de -170 °C. O movimento de rotação do planeta é de 59 dias, enquanto o de translação é de 87 dias (RYBSKI, 2000).

Fonte: Depositphotos Disponível em: <https://br.depositphotos.com/216218252/stock-video-planet-mercury-rotates-isolated-on.html>

Figura 6 - Vênus

Fonte: Todamatéria. Disponível em:
<https://www.todamateria.com.br/planeta-venus/>

Conhecido como “Estrela D’Alva”, devido a seu forte brilho, Vênus tal qual Mercúrio é um planeta que não possui satélite. Visível do nosso planeta, é o segundo a partir do Sol e o mais perto da Terra.

Seu movimento de rotação é um dos mais lentos, com 243 dias para completar a volta em torno de si mesmo e, o movimento de translação de 225 dias, apesar de ser o segundo a partir do Sol, Vênus é o mais quente do Sistema Solar, com temperaturas que podem atingir 480 graus Celsius. Assemelha-se ao planeta Terra no tocante

ao tamanho, composição, estrutura, massa, densidade e força gravitacional (RYBSKI, 2000).

Figura 7 - Terra

Fonte: Brasil Escola. Disponível em:
<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/o-planeta-terra.htm>.

Terceiro planeta do Sistema Solar a partir do Sol, o planeta Terra é rochoso, com atmosfera gasosa e temperatura média de 15 °C.

Possui um satélite natural, a Lua, e a quantidade de água existente no planeta, também chamado de “planeta azul”, aliada à quantidade de oxigênio, permitem o desenvolvimento da vida no planeta, sendo o único do Sistema Solar com vida humana.

O movimento de rotação terrestre dura 24 horas (tempo de 1 dia), enquanto o de translação 365 dias e seis horas, média (tempo de 1 ano), exceto nos anos bissextos.

Figura 8 - Marte

Fonte: Toda Matéria. Disponível em:
<https://www.todamateria.com.br/planeta-marte/>

Quarto planeta a partir do Sol e o mais visível do planeta Terra, possui dois satélites naturais “Fobos e Deimos”, sendo o segundo menor planeta do Sistema Solar. É conhecido também como “Planeta Vermelho”, devido às partículas de óxido de ferro, presentes em sua atmosfera, sendo rochoso, frio e seco. O seu movimento de rotação

assemelha-se ao da Terra, com duração de 24 horas e 37 minutos, enquanto o de translação 687 dias (RYBSKI, 2000).

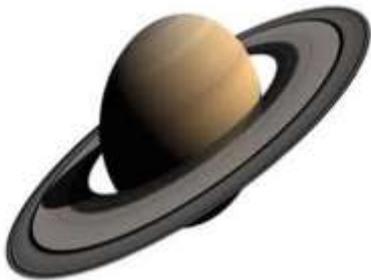
Figura 9 - Júpiter



Fonte: Toda Matéria. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/planeta-jupiter/>

Planeta gasoso (composto sobretudo por hidrogênio), é o maior planeta do Sistema Solar, 1.300 vezes maior que a Terra. Quinto a partir do Sol, possui 79 Luas, e apresenta temperaturas de até $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Seu movimento de rotação dura 9 horas e 55 minutos, o mais rápido de todos os planetas do Sistema Solar, enquanto o de translação cerca de 12 anos terrestres (RYBSKI, 2000).

Figura 10 - Saturno



Fonte: Geosexto. Disponível em: <http://geosexto.blogspot.com/2013/04/saturno-aluno-nicolas-6-ano-i.html>

Segundo maior planeta do Sistema Solar, conhecido pelos seus anéis, formado por rocha, gelo e poeira. Sexto planeta a partir do Sol, é o que possui mais satélites: 82 no total. Composto basicamente de hidrogênio, ele possui temperatura média de $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo que seu movimento de rotação dura 10 horas e 14 minutos e o de translação cerca de 30 anos terrestres (RYBSKI, 2000).

Figura 11- Urano



Fonte: FQ.PT. Disponível em: <http://www.fq.pt/astrologia/urano>

Terceiro maior planeta do Sistema Solar e sétimo a partir do Sol, um planeta gasoso que apresenta médias de temperatura de $185\text{ }^{\circ}\text{C}$ e possui 27 satélites. Possui uma característica interessante tocante ao seu eixo de rotação com quase noventa graus em relação com o plano de sua órbita, que é muito extensa. Dessa forma, o movimento de rotação do planeta dura 17 horas, enquanto o de translação 165 anos terrestres (RYBSKI, 2000).

Figura 12 - Netuno

Fonte: Thinglink. Disponível em: <http://www.fq.pt/astrologia/netuno>

Planeta mais distante do Sol e o quarto maior em tamanho, Netuno possui 14 satélites naturais e apresenta temperaturas médias de $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Trata-se de um planeta gasoso, formado principalmente por hidrogênio, hélio, amônio, metano e água. O movimento de rotação do planeta dura cerca de 16 horas, enquanto sua translação equivale a 164 anos terrestres (RYBSKI, 2000).

3.5 PERSCRUTAR SABERES: história da Gravitação Universal teorizada por Isaac Newton

A influência dos mesopotâmicos e egípcios no conhecimento astronômico da Grécia Antiga foi notável. O primeiro a sistematizar essa organização das chamadas “estrelas fixas” em agrupamentos reconhecíveis foi Eudóxio de Cnido (408 a.C.-347 a.C.). Embora a primeira referência conhecida deles remeta ao trabalho desse grego, fica claro que o conhecimento não era originário dele, mas sim de estudiosos da Mesopotâmia, que, no final das contas, não foram os únicos a ter essa ideia (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

O primeiro a executar esse pensamento foi Anaximandro, no século VI a.C. Partindo dessa observação elementar, ele disse que a Terra, na verdade, era um cilindro. Logo, divulgação da noção grega clássica de que a esfera é a forma geométrica mais perfeita, a Terra seria considerada uma esfera.

Por conseguinte, uma esfera não bastava para esclarecer todos os movimentos planetários, de modo que Eudóxio teve que atribuir quatro esferas para o Sol, quatro para a Lua, e três para os demais planetas conhecidos (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno), mais uma para as estrelas fixas, sendo que 27 (vinte e sete) esferas participavam do esquema (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

Além do mais, ao produzir sua própria visão do cosmos, Aristóteles adotou o modelo de Eudóxio, mas fez seus próprios aperfeiçoamentos ao modelo, aumentando o número total de esferas para 56 (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

Destarte, para Aristóteles, todas as coisas existentes no mundo eram compostas por quatro elementos: água, terra, fogo e ar. Cada um desses elementos possuía o que ele chamou

de “lugar natural”. Assim, terra e água tinham seu lugar natural no centro da Terra, se deixados a seu próprio comando, é para lá que eles rumariam. Já fogo e ar teriam a tendência oposta.

No entanto, mesmo com suas 56 esferas, o modelo aristotélico tinha problemas para ser conciliado à observação. Tentaram corrigir esses problemas com o trabalho de Cláudio Ptolomeu (90 – 168), o grego de Alexandria que, durante o apogeu do Império Romano, produziu a principal obra astronômica da Antiguidade, a “Composição Matemática”, que acabou ficando mais famosa pelo seu nome árabe, *Almagesto*. Nessa obra, Ptolomeu defendia o sistema geocêntrico também conhecido como sistema ptolomaico, conforme essa teoria, a Terra está no centro do Universo, e os demais astros orbitam ao redor dela (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

Face o exposto, Copérnico não foi o primeiro a desenvolver um sistema heliocêntrico, ou seja, com o Sol no centro. Na Grécia Antiga, Aristarco de Samos (310 a.C.-230 a.C.) propôs esquema idêntico, mas na época a ideia não foi bem recebida. Até o século de Copérnico, na verdade, havia grande oposição à ideia heliocêntrica. Em termos religiosos, era inconcebível que Deus não tivesse colocado a Terra no centro do Universo. Em termos práticos, porque o heliocentrismo exigia que a Terra realizasse dois movimentos, um de rotação e outro de translação ao redor do Sol (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

Nesse sentido, Aristóteles e seu discípulo Ptolomeu afirmavam se a Terra estivesse mesmo girando, quem atirasse uma pedra verticalmente para cima não a veria cair no ponto de partida, e sim mais para trás, uma vez que o planeta teria avançado um pouco em sua rotação.

Conforme Canalle e Nogueira (2009), outro argumento contra o heliocentrismo era que, se a Terra realmente se deslocasse numa órbita ao redor do Sol, as estrelas fixas deveriam aparecer em diferentes disposições no céu, dependendo de que lado de sua trajetória circular o planeta estivesse. A solução para esse problema é simples, bastava imaginar que as estrelas ditas fixas estavam muito mais longe do que antes se supunha, de modo que a órbita da Terra fosse minúscula se comparada a essas distâncias. Ciente dessa oposição, Copérnico acreditava que seu modelo era o mais razoável, pois o modelo heliocêntrico ajudava a explicar os estranhos ziguezagues de alguns planetas no céu.

De fato, o seu modelo heliocêntrico parecia concordar mais com as observações do que o de Ptolomeu, e logo muitos cientistas se entusiasmaram pela novidade. Entre eles, dois dos mais importantes foram o alemão Johannes Kepler (1571 – 1630) e o italiano Galileu Galilei (1564 – 1642), (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

Contudo, o geocentrista Tycho Brahe ainda tentou sustentar a teoria do geocentrismo e um de seus vários sucessos foi no estudo, em 1572, de uma nova estrela que antes não era vista,

mas depois passou a brilhar intensamente no céu, para então voltar a sumir. Atualmente, sabemos que o fenômeno está associado à morte das estrelas, mas, para as pessoas da época, parecia ser um novo astro. Tycho também teve a chance de coordenar um esforço para determinar a distância de um cometa que surgiu nos céus em 1577, constatando que ele não estava na esfera sublunar.

Face o exposto, Johannes Kepler, astrônomo alemão, nasceu em Wurttemberg em 27 de dezembro de 1571 e faleceu em Ratisbona em 15 de novembro de 1630. Publicou *Astronomia Nova* (1609) e foi também de sua autoria o primeiro tratado de vulgarização dos logaritmos.

As observações de Tycho da nova estrela e desse cometa derrubariam esse preceito aristotélico. Ainda assim, o dinamarquês era relutante em ir até o final na revolução e dispensar o geocentrismo. Em vez disso, ele usou suas observações para criar um modelo que era alternativo ao de Aristóteles e Ptolomeu, mas também ao de Copérnico. Praticamente um meio-termo entre eles, o sistema colocava todos os planetas girando em torno do Sol, a Lua girava em torno da Terra, que seguia sendo o centro do Universo.

Além do que, o modelo híbrido não funcionava direito. Mas, num mundo em que há três modelos diferentes do cosmos e nenhum deles resolve o problema a contento, Tycho não parecia ficar muito atrás de seus predecessores. Ainda assim, o dinamarquês tomou o passo decisivo que colocou a humanidade no caminho do heliocentrismo, ao contratar o jovem e promissor Kepler, em 1600, para trabalhar com ele no castelo de Benátky, para onde sua equipe havia se mudado, dois anos antes.

Os precisos dados observacionais de Tycho revelaram a Kepler o verdadeiro formato da órbita marciana: uma elipse, com o Sol posicionado em um de seus focos. Kepler descobriu que o sistema de Copérnico funcionava perfeitamente se fossem dele, retirados os círculos impregnados no pensar científico desde a adoração às esferas nos tempos gregos como a forma geométrica mais perfeita e colocados no lugar, elipses, com o Sol em um de seus dois focos. Na verdade, a natureza surpreendeu a todos, pois o Sol não está no centro das órbitas elípticas. A descoberta da órbita elíptica só foi possível graças aos precisos dados observacionais realizados por Tycho Brahe, pois a diferença entre a órbita circular e a elíptica, para o caso de Marte, é muito pequena (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

Em 1609, Kepler descobriu que os planetas não giram ao redor do Sol em velocidade constante, como antes se supunha, mas aceleravam e desaceleravam e seu ritmo guardava uma relação com sua órbita e a linha Sol-planeta varria áreas iguais na elipse em iguais intervalos de tempo.

Isso somente é possível em virtude da variação da velocidade do planeta em seu movimento de translação. Quando perto do Sol ele se move mais rapidamente do que quando mais longe. Finalmente, em 1619, o astrônomo alemão faria novo avanço, ao determinar que a razão entre o quadrado do tempo (T) que um planeta leva para completar uma órbita e o cubo da distância média (D) do planeta ao Sol é uma constante.

Embora possa não parecer muito impressionante, a terceira lei de Kepler foi uma das coisas que permitiram ao inglês Isaac Newton (1642 – 1727) o desenvolvimento da teoria da Gravitação Universal. Essa lei de Kepler, na verdade, é uma solução aproximada bem eficiente das equações newtonianas, e é extremamente útil falar dela. Como a equação é bem simples, trata-se de algo que se pode manipular em sala de aula.

Além do mais, vale ressaltar que o cálculo não serve apenas a esforços educacionais. Até hoje, para aproximação, ao estudar órbitas de estrelas binárias (compostas por dois astros, ambos girando em torno de um centro de gravidade comum), os astrônomos aplicam a terceira lei kepleriana. Com seu trabalho, Kepler finalmente concluiu a busca que começou no início dos tempos de explicar os movimentos vistos no céu. Mas caberia a um contemporâneo seu, Galileu, dar um novo rumo à Astronomia. Embora não tenha inventado a luneta, como alguns dizem, o italiano foi um dos grandes responsáveis pelo aperfeiçoamento desse aparelho. Foi também o primeiro a realizar observações astronômicas sérias com ele. Um novo Universo, invisível a olho nu, se revelou (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

Galileu descobriu, por exemplo, ao examinar o planeta Júpiter, que este era cercado por quatro pequenos satélites que giravam em torno dele, logo nem tudo orbitava a Terra como acreditavam Aristóteles e Ptolomeu. Com o advento do telescópio, o Sistema Solar foi ampliado com a aquisição de mais dois planetas. Urano, encontrado por Sir William Herschel (1738 – 1822) da Inglaterra, em 1781 e Netuno, observado pela primeira vez pelo Observatório de Berlim em 1846. Plutão, achado pelo astrônomo americano Clyde William Tombaugh (1906 – 1997).

Resumindo, Kepler desenvolveu três leis: 1.^a lei: os planetas giram em órbitas elípticas, com o Sol num de seus focos. 2.^a lei: uma linha que ligue o planeta ao Sol cobre áreas iguais na elipse em iguais intervalos de tempo. 3.^a lei: a razão entre o quadrado do tempo (T) que um planeta leva para completar uma órbita e o cubo da distância média (D) do planeta ao Sol é uma constante, ou seja, $\frac{T^2}{D^3} = K$.

O inglês Isaac Newton (1642 – 1727), é tido como o pai da física moderna. Excêntrico e genial, ele só pode ser comparado a Albert Einstein no quesito, façanhas individuais.

Formulou a Lei da Gravitação Universal, criou uma teoria da luz que a via como partículas, fez avanços em óptica e inventou a técnica matemática conhecida como cálculo (desenvolvida independentemente por Wilhelm Leibniz).

O alemão naturalizado inglês William Herschel (1738 – 1822), foi o maior astrônomo do século XVIII. Além da descoberta da radiação infravermelha, ele foi o descobridor de Urano, o sétimo planeta, visível apenas com o auxílio de telescópios, e realizou grandes mapeamentos de estrelas nunca catalogadas.

Destarte, Isaac Newton tecnicamente um sucessor intelectual de Kepler e Galileu, mas, na prática, muito mais audaz do que eles. Newton é hoje considerado por muitos como a mais poderosa mente que já surgiu na ciência, e não há como ignorar a atuação fundamental desse físico e matemático na reformulação das bases da Astronomia.

Seu sucesso mais famoso, como mencionamos há pouco, é a criação da teoria da Gravitação Universal. Com ela, Newton estabelece uma lei da natureza que não faz distinção entre o mundo celeste e o mundo terreno. A mesma gravidade que faz a maçã cair também faz a Lua girar ao redor da Terra e a Terra ao redor do Sol. É a visão de Newton que dá verdadeiro sentido aos sucessos de Kepler e Galileu; o alemão e o italiano já haviam feito grandes coisas para explicar o movimento dos astros e a ação da gravidade terrestre, mas nenhum dos dois conseguiu costurar tudo e enxergar mais longe, percebendo que o Universo lá fora e o mundo aqui embaixo são ambas partes de um todo, que obedece às mesmas leis naturais (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

Newton na sua teoria da Gravitação Universal, concluiu que a força entre os corpos celestes cai com o quadrado da separação entre eles e é proporcional ao produto de suas massas, assim, foi levado à expressão:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

Desse modo, Newton disse que só conseguiu ver isso porque estava “sobre os ombros de gigantes”. Com esse passo precioso, Newton estabeleceu as bases para a ciência moderna. Isso, não só por demonstrar seu caráter literalmente universal (ou seja, que abarca todos os espaços observáveis pelo ser humano), mas também por criar um formalismo científico. Sua obra-prima, chamada *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* [Princípios Matemáticos da Filosofia Natural], é tida como um dos primeiros livros a adotar o rigor e a precisão das narrativas científicas modernas. Na função de brilhante pioneiro, Newton fez escola e lançou os alicerces de um novo modo de se fazer ciência (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

O último enigma sobre os movimentos dos planetas permanecia sem resposta uma estranha precessão da órbita de Mercúrio, o astro mais próximo do Sol. Não é difícil imaginar o fenômeno. Como as órbitas planetárias são elípticas (ainda que muito próximas de um círculo perfeito), há um ponto em que o planeta atinge a distância máxima do Sol, denominado afélio, e outro em que ele está o mais próximo possível, o periélio.

No caso de Mercúrio, conforme ele completa voltas e mais voltas ao redor do Sol, esses pontos de aproximação e afastamento máximos mudam de ano para ano, ocorre a precessão, a própria órbita gira em torno do Sol. Ocorre que as equações da gravitação de Newton, aplicadas aos planetas pareciam acertar precisamente em todos os casos, exceto nesse. Houve quem especulasse sobre a existência de outro planeta, ainda mais próximo do Sol do que Mercúrio, responsável pelo efeito. Mas, no final, a solução só veio mesmo quando o alemão Albert Einstein (1879 –1955) apresentou sua nova teoria da gravidade, mais conhecida como a teoria da relatividade geral, em 1915. Uma substituta à gravitação de Newton (assim como esta última superou as leis de Kepler), a gravidade einsteiniana traria algumas novidades (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

A mais óbvia delas era a explicação correta para o movimento de Mercúrio, dispensando a existência de outro planeta (o próprio Einstein só se convenceu de que sua teoria estava correta depois de efetuar os cálculos e se certificar de que ela explicava a misteriosa precessão). Outra, muito mais surpreendente, era a de que, uma vez que a relatividade tratava a gravitação como uma curvatura no espaço e no tempo (vistos como uma única entidade indivisível, o espaço-tempo), o Universo passaria a ser encarado como algo dinâmico, tendo sua história regida pela ação da gravidade ao longo do tempo.

Com seu porte atlético, Edwin Hubble foi o brilhante astrônomo que descobriu que as galáxias estavam todas se afastando umas das outras e que o Universo estava em expansão. Seu feito, em 1929, revolucionou o entendimento do Cosmos.

Em 1917 uma “constante cosmológica” destinada justamente a manter o Universo estático ao longo do tempo. Qual não foi sua surpresa quando o grande astrônomo americano Edwin Hubble (1889 – 1953) descobriu em 1929, por observações astronômicas, que as galáxias pareciam estar todas se afastando umas das outras, e quanto mais distante estava uma galáxia, mais rapidamente ela parecia se afastar (aliás, nossa representação moderna de Universo data de 1924, quando Hubble demonstrou que a Via Láctea não era a única galáxia no cosmos).

Essa recessão de galáxias foi imediatamente reconhecida como o sinal de que o Universo de fato estava em processo de expansão. Após a publicação desses resultados, Einstein

lamentou não ter acreditado no que suas equações lhe diziam havia mais de uma década e repudiou sua constante cosmológica, considerando-a o maior erro de sua carreira. Ora, se o Universo estava em expansão, ao rebobinarmos a fita, constataríamos sem demora que ele esteve numa condição muito mais compacta no passado.

Então, se fosse possível voltar ao início dos tempos, será que o cosmos inteiro estaria condensado num único ponto? Foi essa a suposição que o padre belga Georges Lemaître (1894 -1966) fez ainda em 1927, sem as observações de Hubble para apoiá-lo. Era o início da chamada teoria do Big Bang, que seria posteriormente mais trabalhada pelo russo-americano George Gamow (1904 - 1968).

Além de desenvolver alguns detalhes de como se teria procedido essa “grande explosão” inicial, o físico fez uma previsão: se a teoria estivesse correta, deveriam existir, emanando de todas as partes do cosmos, um “eco” desse evento primordial.

Essa radiação, hoje conhecida como radiação cósmica de fundo de micro-ondas, foi descoberta em 1965, por acidente, por Arno Penzias (1933) e Robert Wilson (1936), trabalhando para os Laboratórios Bell, nos Estados Unidos. Dali em diante, a origem do Universo parecia um problema, ao menos parcialmente, resolvido embora os detalhes e as implicações desse começo muito quente e denso ainda estejam por ser totalmente decifrados. Após séculos e séculos de especulação e reflexão, hoje a humanidade pode se orgulhar de ter uma visão razoável de como o Universo nasceu e evoluiu (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

Ao contrário do que se possa pensar, o maior feito de Nicolau Copérnico não foi descrever com precisão a arquitetura básica do Sistema Solar. Até porque, embora seu modelo fosse mais eficiente do que o ptolomaico para prever a posição dos astros no céu, ainda não correspondia às expectativas. E, do ponto de vista dos conhecimentos disponíveis até então, não fazia mais sentido a Terra girar em torno do Sol do que o contrário somente com a gravitação de Isaac Newton, um século e meio depois, viria a ser possível compreender que os objetos com menos massa, necessariamente, orbitam em torno dos de maior massa.

Em suma, com o que tinha à mão, o astrônomo polonês teve de fazer uma aposta: ele julgou que um sistema simples e esteticamente mais agradável deveria ser o verdadeiro. Isso não só reforça a imagem que temos de Copérnico como uma figura corajosa, mas também explica toda a hesitação na publicação de suas ideias. E se, cientificamente falando, elas ainda careciam de alicerces mais sólidos, em termos filosóficos elas propiciavam uma imensa revolução no modo de pensar. Nascia o conceito da pluralidade dos mundos.

Até então, o único “mundo” era a Terra, cercado pelos astros. Mas, subitamente, ao colocar o Sol no centro do sistema planetário, Copérnico apresentou uma nova e assustadora

perspectiva: a Terra não era “o” mundo, mas apenas “um” mundo, um planeta, dos vários que giravam ao redor do Sol. Essa percepção é o que torna a teoria do polonês um marco na história da humanidade justificando a expressão “revolução copernicana”. A partir de então, a Terra não mais ocupava um lugar central no Universo.

Além disso, e não é difícil imaginar como isso poderia ser uma afronta ao Sistema Solar, o Sol e todos os corpos que orbitam ao seu redor em virtude da gravidade, sendo o Sol a estrela central do Sistema Solar, da sequência principal de tamanho e luminosidade médios. A Gravitação é a força de atração entre os corpos que depende de suas massas e da distância entre eles e responsável por manter os corpos de pequena massa em órbita ao redor dos de maior massa, assim como os planetas ao redor do Sol e planeta um corpo esférico em órbita ao redor do Sol ou de outra esfera e dinamicamente dominante em sua órbita e que brilham somente pela luz refletida do Sol.

O astrônomo alemão interpretava as grandes formações circulares na superfície da Lua, as crateras como evidências de construção inteligente. Afinal, ele não conseguia imaginar um fenômeno natural que pudesse produzir algo tão simétrico e esteticamente agradável quanto um círculo. Com o passar dos anos, ideias similares às de Kepler e ainda mais audazes começaram a ganhar força.

E a síntese desse pensamento veio com Bernard le Bovier de Fontenelle (1657 – 1757), poeta, romancista e filósofo natural francês. Em 1686, ele escreveu *Entretiens sur la pluralité des mondes* (Diálogos sobre a pluralidade dos mundos). O livro tornou-se instantaneamente êxito de vendas e sensação internacional.

3.6 A LUA

Conforme Milone et al. (2003, p.41) “a Lua é o único satélite natural da Terra. Foi denominada, na antiguidade, de Luna, antiga cidade de Tucana (Itália) pelos romanos e Selene, irmã de Hélio e filha de Hipérion e Téia pelos gregos. É o astro mais brilhante do céu noturno. As fases da Lua correspondem aos diferentes aspectos com que esta se apresenta no céu ao longo das noites e dos “dias claros” de um mês”.

Isso não é devido à projeção da sombra da Terra na Lua, como alguns podem pensar. Mas sim, devido à visualização que temos da Lua conforme ela orbita em torno da Terra (posição relativa entre a Lua, Terra e Sol). A fase da Lua é um fenômeno astronômico de observação simultânea para todo o globo terrestre (quando a Lua cheia é vista do Brasil, ela é também vista como tal em Portugal). Com certa regularidade, a Lua ora atravessa a sombra da

Terra (eclipse da Lua), ora projeta sua sombra na superfície terrestre (eclipse do Sol) (MILONE et al., 2003).

O Sol, assim como as outras estrelas, são astros que produzem e emitem radiação eletromagnética em vários comprimentos de onda, ou seja, são fontes de ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama, em ordem crescente de energia luminosa. A Lua, os planetas (incluindo a Terra) e os corpos menores do Sistema Solar são astros iluminados pelo Sol. Portanto, a Lua e os planetas são visualizados por nós simplesmente porque refletem a luz visível solar incidente. A superfície da Lua reflete cerca de 7% da luz solar incidente.

3.6.1 TRANSLAÇÃO DA LUA

O intervalo de tempo que a Lua gasta para completar uma volta completa em torno do centro de massa do sistema Terra-Lua, em relação ao referencial das estrelas, é chamado de período sideral, igual a 27 dias, 7 horas, 43 minutos e 12 segundos (solares). Já o intervalo de tempo entre duas fases iguais sucessivas (ex. duas fases cheias) é denominado período sinódico ou, simplesmente, lunação; relativo ao referencial terrestre. Uma lunação dura 29 dias, 12 h, 44 min e 3 s (solares), maior que o período sideral, é a base dos calendários lunares (MILONE et al., 2003).

O movimento orbital da Lua (ao redor da Terra, em primeira aproximação) é realizado no mesmo sentido dos movimentos orbital e rotacional da Terra, ou seja, ocorre de oeste para leste. É fácil perceber isso: a Lua sempre “nasce” cerca de 50 minutos mais tarde, dia após dia, em consequência de seu movimento de oeste para leste.

Aplicando-se novamente a regra da mão direita com o polegar para cima apontando para o norte, tem-se que a Lua translada ao redor da Terra no mesmo sentido que a Terra translada ao redor do Sol. A órbita da Lua não é circular, mas sim elíptica, de modo que num dos focos da elipse se localiza o centro de massa do sistema Terra-Lua e não o centro da Terra como se poderia pensar. A distância entre os centros da Lua e Terra varia de 357.300 km a 407.100 km. A velocidade média de translação da Lua fica em torno de 3.700 km/h (MILONE et al., 2003).

3.6.2 ROTAÇÃO DA LUA E SUA FACE OCULTA

Além do movimento orbital ao redor da Terra, a Lua também possui um movimento de rotação em torno de si mesma. O movimento rotacional da Lua também ocorre no mesmo

sentido do seu movimento orbital. Pode-se usar a regra da mão direita para a sua visualização. A seta sobre a Lua, ilustra o polo norte de rotação; seria o polegar da mão direita. A face “oculta” é a parte da Lua que não podemos avistar a partir da superfície terrestre (MILONE et al., 2003).

Em virtude do movimento orbital da Lua estar sincronizado com sua rotação, por questão de equilíbrio dinâmico evolutivo, a Lua tem sempre a mesma parte voltada para a Terra. Seu período de rotação é igual ao seu período sideral de translação: um dia na Lua dura cerca de 27 dias solares da Terra. A face oculta não corresponde a 50% da superfície lunar. Do ponto de vista terrestre, pode-se avistar mais da metade da Lua, devido a um movimento extra da Lua, denominado, libração, que é uma oscilação do seu eixo rotacional.

3.6.3 ASPECTOS DAS FASES LUNARES

Na fase de quarto crescente, a Lua está com a metade de seu hemisfério iluminado voltado para a Terra. Em certas ocasiões, com a forma parecida com a de um C para o hemisfério sul. Na fase cheia, toda a sua parte iluminada está voltada para a Terra. No quarto minguante, a Lua está com a outra metade de seu hemisfério iluminado voltado para a Terra; forma parecida com um D para o hemisfério sul, em determinadas vezes. Finalmente, na fase nova, é sua parte não-iluminada pelo Sol que fica voltada para a Terra (não conseguimos ver a Lua).

Na verdade, as fases da Lua ocorrem de modo contínuo. Na Astronomia, a fase da Lua é conceituada através da fração iluminada do disco lunar voltado para a Terra, que pode ser quantificada de forma percentual ou não. Na fase nova, essa fração é nula, 0,5 (ou 50%) no quarto crescente, 1,0 (ou 100%) na fase cheia e novamente 0,5 no quarto minguante. Outro conceito astronômico adotado na definição da fase lunar é o ângulo Sol-Lua-Terra, denominado ângulo de fase, cujo vértice é a própria Lua. Esse ângulo na ocasião da Lua nova é próximo a 180° , 90° para o quarto crescente, próximo de zero para a fase cheia e novamente 90° para o quarto minguante (MILONE et al., 2003).

A denominação “Lua crescente” é usada para representar o aspecto lunar entre as fases nova e cheia. O crescente lunar pode ser visto no céu no fim da tarde e início da noite, sempre na parte oeste do céu. A Lua quarto crescente nasce ao meio-dia e se põe à meia-noite. A nomenclatura “Lua minguante” é adotada para o aspecto lunar entre as fases cheia e nova. Ao contrário do crescente, o minguante pode ser visto no fim da noite e início da manhã, sempre a leste do meridiano local. A Lua quarto minguante nasce à meia-noite e se põe ao meio-dia do

dia seguinte, aproximadamente. A Lua cheia percorre o céu por praticamente toda a noite, surgindo por volta das 18h e se pondo em torno das 6h.

3.6.4 CURIOSIDADES: direção do sol e fases da Lua

Obviamente, nas palavras de Milone et al. (2003), a face iluminada da Lua aponta sempre para a direção do Sol. Isso pode ser aplicado para sabermos onde o Sol se pôs no horizonte quando da fase crescente, ou de onde ele vai emergir quando a Lua é minguante. É interessante reparar que em muitas montagens fotográficas, exibindo a Lua no céu, há frequentemente equívocos astronômicos como, por exemplo, mostrando a Lua cheia próxima a um horizonte crepuscular.

Na Astronomia, eclipsar significa esconder, encobrir, ou interceptar a luz vinda de um astro. No Egito Antigo, os eclipses do Sol eram explicados como sendo ataques de uma serpente ao barco que transportava o Sol pelo céu. Os antigos chineses costumavam observar sistematicamente os fenômenos celestes. Registraram e previram diversos eclipses. Pensavam que um imenso dragão estivesse engolindo o Sol durante um eclipse solar. Então, faziam muito barulho para assustar o dragão e o Sol sempre reaparecia.

3.6.5 DISTÂNCIAS E DIMENSÕES DO SISTEMA SOL-TERRA-LUA

A olho nu, o tamanho angular da Lua por pura coincidência é semelhante ao tamanho angular do Sol. Desse modo, os dois parecem iguais em tamanho, porém não o são. Nota-se que a Lua está 400 vezes mais próxima da Terra do que o Sol, o qual é cerca de 400 vezes maior em diâmetro (MILONE et al., 2003).

Ele aplicou alguns conhecimentos geométricos, conjugados a outras medidas conhecidas na época (duração do mês lunar e dimensões angulares da Lua e do Sol). A distância Terra-Sol em função da distância Terra-Lua foi calculada por Aristarco de Samos (300 a.C.). E observou simultaneamente a Lua em quarto crescente e o pôr do Sol. Quando o Sol estava no horizonte, Aristarco mediu a separação angular entre a Lua e o Sol, a qual representa um dos ângulos do triângulo retângulo Terra-Lua-Sol, cujo vértice do ângulo reto (90°) é a Lua. O ângulo medido ficou em torno de 87° proporcionando uma distância Terra-Sol de 7.300.000 km, muito abaixo do valor moderno.

3.6.6 TIPOS DE ECLIPSES

O Sol é uma fonte luminosa extensa. Tanto a Lua como a Terra projetam no espaço uma sombra em forma de um cone, cuja base é o próprio corpo, e uma penumbra. O cone de sombra situa-se interno à penumbra, sendo assim o cone umbral não recebe luz solar alguma e a penumbra não recebe luz de todos os pontos do disco solar. No entanto, para a Terra, que possui uma camada de ar ao seu redor, os limites do cone de sombra e da penumbra não são bem determinados (MILONE et al., 2003).

A luz do Sol é espalhada quando atravessa a atmosfera terrestre. O mesmo não ocorre para a Lua. Os eclipses lunares somente ocorrem quando a Lua está na fase cheia. Num eclipse da Lua, ela percorre a penumbra e/ou a sombra da Terra.

Esses eclipses apenas poderão ser observados do hemisfério da Terra onde é noite. Há três tipos de eclipse da Lua: o total, o parcial e o penumbral. O eclipse lunar total acontece quando a Lua é totalmente obscurecida pelo cone de sombra da Terra, o parcial quando somente parte da Lua é obscurecida por esse cone e o penumbral quando a Lua percorre apenas a zona da penumbra terrestre (é o menos pronunciável dos três). Na ocasião de um eclipse total ou parcial, a Lua percorre a região de penumbra antes e depois de atravessar o cone umbral da Terra.

Quando a Lua se situa na umbra terrestre durante um eclipse total, ela não é totalmente obscurecida pôr a luz solar ser espalhada pela atmosfera da Terra. Pode-se avistar a Lua, frequentemente, com uma coloração avermelhada em função do avermelhamento intenso da luz pela atmosfera de nosso planeta. Os eclipses do Sol ocorrem quando a Lua (na fase nova) se coloca entre o Sol e a Terra, projetando sua sombra e/ou penumbra na superfície terrestre. Podem ser parciais ou totais.

O eclipse solar parcial é quando o Sol é parcialmente “encoberto” pelo disco lunar. Há projeção somente da zona de penumbra sobre a Terra. Um tipo especial de eclipse solar parcial é o anular: quando o Sol, a Lua e a Terra ficam alinhados, mas devido a uma separação relativa maior da Lua à Terra, o Sol não é totalmente encoberto pela Lua restando apenas um anel visível do disco solar.

O eclipse solar anular, de acordo com MILONE et al. (2003), é observado apenas da região da superfície terrestre que está exatamente naquele alinhamento Sol Lua-Terra. Esse eclipse é observado apenas como parcial da região terrestre por onde a penumbra passa. O eclipse solar total acontece quando a Lua projeta sobre a superfície terrestre tanto seu cone de sombra (a umbra lunar) como sua zona de penumbra. Da região da superfície da Terra por onde

a penumbra da Lua passa, o eclipse é observado realmente como total. Das regiões da Terra por onde somente a penumbra lunar passa, avista-se um eclipse solar parcial.

3.6.7 DURAÇÃO E PERIODICIDADE DOS ECLIPSES

A extensão média do cone da sombra terrestre é 1.400.000 km. O diâmetro desse cone na distância média da Lua é cerca de 9.000 km. A duração máxima da etapa umbral de um eclipse lunar é de 3 h e 20 min. A duração da observação de um eclipse da Lua depende do intervalo tempo que a Lua (cheia) fica acima do horizonte na noite do mesmo. A duração da etapa, umbral de um eclipse do Sol (totalidade), a partir de um único ponto terrestre, é de poucos minutos. Já a duração completa de um eclipse solar, incluindo as etapas penumbral (parcialidade) e umbral, fica por volta de 2 h. Alguém poderia questionar: por que não há eclipses da Lua e do Sol em todos os meses, já que os eclipses lunares ocorrem na fase cheia da Lua e os solares na fase nova? A resposta é que os planos das órbitas da Terra (em torno do Sol) e da Lua (em volta da Terra) não são os mesmos. Se as trajetórias da Lua e da Terra ficassem num mesmo plano, todo mês haveria eclipses do Sol e da Lua (MILONE et al., 2003).

O eixo do cone da sombra terrestre situa-se no plano orbital da Terra. A inclinação entre o plano da órbita lunar e o plano da eclíptica é de cerca de $5^{\circ},2$. Esse ângulo é pequeno, mas não pode ser desprezado. Na distância em que a Lua se encontra, ela frequentemente está fora do plano da órbita da Terra. Os eclipses só acontecem quando a trajetória da Lua atravessa a eclíptica, quando da ocasião das fases nova ou cheia. Ocorrem, no mínimo, 2 eclipses por ano (que são solares) e, no máximo, 7 eclipses por ano: 2 lunares e 5 solares, ou 3 lunares e 4 solares. A cada 18 anos aproximadamente, todos os eclipses acontecem com a mesma regularidade.

Esse intervalo de tempo é denominado de Período de Saros, quando ocorrem 41 eclipses do Sol e 29 eclipses da Lua. Embora os eclipses lunares sejam menos frequentes em número, a visualização desse tipo de eclipse a partir de qualquer ponto da Terra é facilitada em função de que basta ter a Lua acima do horizonte para podermos observá-lo (além de um céu sem nuvens obviamente) (MILONE et al., 2003).

Os pescadores que vivem no litoral conhecem muito bem a regularidade da subida e descida do nível do mar, as quais estão associadas à fase da Lua e ao período do dia. Os pescadores mais artesanais adaptam-se a essa variação do nível do mar. Em determinadas regiões da Terra, como no litoral do Norte e Nordeste do Brasil, é surpreendente a diferença entre o avanço e o recuo marítimo.

4 PERCURSO TEÓRICO METODOLÓGICO

Esta seção além de apresentar o percurso metodológico trilhado dedica-se a explicitar o delineamento teórico-metodológico do estudo, contextualizando a abordagem, o tipo de pesquisa, o método, o campo e os sujeitos. Este percurso conduzirá à caracterização do produto educacional proposto, Livro Digital sobre Gravitação Universal e Astronomia: aprendizagem significativa na perspectiva de David Paul Ausubel por meio da descrição do processo que culminou sua elaboração, com a finalidade de se atingirem os objetivos e o problema, apresentados.

Desta forma, a metodologia da pesquisa está detalhada nas subseções a seguir.

4.1 ABORDAGEM QUALITATIVA

No que concerne à abordagem, fizemos opção pela qualitativa, com vistas a considerar a natureza social do objeto a ser estudado. Para Erickson (1986), o interesse central da pesquisa qualitativa está na questão dos significados que as pessoas atribuem a eventos e objetos, em suas ações e interações dentro de um contexto social, uma escola pública localizada na periferia, com muitos alunos que moram na zona rural e trabalham na agricultura familiar, e na elucidação e exposição desses significados pelo pesquisador.

Dessa forma, ao fazer uso dessa abordagem, como pesquisadora, ficamos imersas no fenômeno estudado, elencando diferentes formas de significação e de registros como o questionário, o júri simulado, propostas de pesquisa, jogo de tabuleiro dentre outros, com a finalidade de validar os dados que desejamos explicitar. De acordo com Moreira (2011, p.76):

[...] o interesse central dessa pesquisa está em uma interposição de significados atribuídos pelos sujeitos a suas ações em uma realidade socialmente construída, através da observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse. Os dados obtidos por meio dessa participação ativa são de natureza qualitativa e analisados de forma correspondente. As hipóteses são geradas durante o processo investigativo. O pesquisador busca universais concretos alcançados através do estudo profundo de casos particulares, e da comparação desses casos com outros estudos também com grande profundidade. Através de uma narrativa detalhada o pesquisador busca credibilidade para seus modelos qualitativos.

Assim, compreende-se que, na pesquisa qualitativa, como pesquisadora observamos e participamos de dentro do ambiente estudado, imersa no fenômeno de interesse, debruçando-se sobre elementos subjetivos inerentes ao comportamento humano em um dado contexto em que compartilhamos experiências com outros indivíduos, sendo a interpretação dos dados do ponto

de vista de significados e confrontando-os com as teorias da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1980).

Nesse sentido, a abordagem qualitativa, na visão de Triviños (2008), não admite visões isoladas, parceladas, estanques e se desenvolve em interação dinâmica, retroalimentando-se, reformulando-se. Assim, pressupomos que ao atuarmos como mediadora das situações de ensino e aprendizagem desenvolvidas durante a utilização do Livro Digital junto aos sujeitos da pesquisa, realizamos observações sistemáticas de suas posturas e atitudes em diversos momentos, os quais foram fundamentais para a construção do produto educacional.

4.2 PESQUISA-AÇÃO COMO REFLEXO DA NATUREZA SOCIAL DO ESTUDO

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizada uma pesquisa de campo que tem como objetivo conseguir informações e/ou conhecimentos sobre as dificuldades de aprendizagem dos conceitos de Gravitação Universal e Astronomia pelos alunos do 1.º ano do Ensino Médio.

Por conseguinte, a pesquisa de campo consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e nos registros de variáveis que se presume relevantes para analisá-los.

Através dessa relação cria-se uma relação entre o pesquisador, o pesquisado e a pesquisa não deve ser confundida com a simples coleta de dados, é algo mais que isso, pois exige contar com controles adequados e com objetivos preestabelecidos que discriminam suficientemente o que deve ser coletado (TRUJILLO,1982).

Portanto, a pesquisa de campo caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa, como a pesquisa ex-post-facto, a pesquisa-ação, pesquisa participante entre outras (FONSECA, 2002).

Além do mais, optamos pela Pesquisa-Ação, pois a mesma possui uma base criada através de uma relação estreita com uma ação, ou com a desenvoltura de um problema coletivo e se caracteriza pelo envolvimento dos pesquisadores e dos pesquisados no processo de pesquisa. Para o desenvolvimento dessa pesquisa, na qualidade de mediadora, associamos com os sujeitos da pesquisa para, de modo cooperativo, construirmos o Livro Digital que refletiu um trabalho coletivo em que se pôde traduzir pensamentos e ações dos sujeitos. A Pesquisa-Ação segundo Thiollent (1985, p.14):

[...] é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação, ou do problema estão envolvidos do modo cooperativo, ou participativo.

Diante do exposto, apropriamo-nos de tal conceito para dar sentido ao percurso metodológico que trilhamos, uma vez que as ações da pesquisa se deram em estreita colaboração com os interlocutores, alunos do primeiro ano do Ensino Médio da escola Centro de Ensino Francisco Gonçalves Magalhães localizada em Coroatá, Maranhão.

Essa ação possibilitou que interviéssemos a partir de um problema - qual a possibilidade de um Livro Digital sobre Gravitação Universal e Astronomia mediar a compreensão e a aprendizagem desses conceitos para os alunos do Ensino Médio? Assumindo, em quase totalidade das etapas, a postura de participante, transformando as situações de aprendizagem que ali se processavam e deixando-se transformar por elas. Nessa perspectiva, Thiollent (1985, p. 16) apresenta seus principais aspectos:

- a) há uma ampla e explícita interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada;
- b) desta interação resulta a ordem de prioridade dos problemas a serem pesquisados e das soluções a serem encaminhadas sob forma de ação concreta;
- c) o objeto da investigação não é constituído pelas pessoas e sim pela situação social e pelos problemas de diferentes naturezas encontradas nesta situação;
- d) o objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou, pelo menos, esclarecer os problemas da situação observada;
- e) há, durante o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda a atividade intencional dos atores da situação;
- f) a pesquisa não se limita a uma forma de ação (risco de ativismo): pretende-se aumentar o conhecimento ou o “nível de consciência” das pessoas ou grupos considerados.

Conforme depreendemos da fala de Thiollent, compreendemos que a Pesquisa-Ação envolve uma maior interação entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa e que o problema pesquisado é definido pela situação social e esse tipo de pesquisa consiste em resolver os problemas da situação observada.

Dessa forma, ao realizarmos a pesquisa com os estudantes do 1.º ano do Ensino Médio, sujeitos dessa investigação e a utilização deste tipo de pesquisa como forma metodológica possibilitou aos participantes investigarem sua própria prática de uma forma crítica e reflexiva estimulando-os a expressão individual na tomada de decisões. Com base nos estudos orientados por Thiollent (1985), a pesquisa-ação guiou a elaboração de 4 (quatro) estágios por meio dos quais, conduzimos a investigação que culminou com a elaboração do Livro Digital:

- 1) realizamos, em outubro e novembro de 2018, observação não participante da prática pedagógica de professores do Ensino Médio Regular com o propósito de compreender como

esses desenvolviam suas aulas envolvendo Gravitação Universal e Astronomia. Constituíram-se as primeiras interações entre pesquisadora e pessoas implicadas na situação investigada;

2) Questionário semiestruturado inicial (com questões abertas) para diagnóstico dos conhecimentos prévios e das dificuldades de aprendizagem dos alunos acerca da Gravitação Universal e Astronomia. Foi realizada em junho de 2019 e das respostas dos alunos resultou nas soluções a serem encaminhadas sob forma de ação concreta;

3) Observação participante com o desenvolvimento da proposta de utilização do Livro Digital em sala de aula, ao longo dos meses de junho, agosto e setembro de 2019, no Centro de Ensino Francisco Gonçalves Magalhães, abordando o conteúdo de Astronomia e Gravitação Universal, houve durante o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda a atividade intencional dos participantes da pesquisa;

4) Questionário semiestruturado final (com nove questões fechadas) para a avaliação da metodologia pelos participantes. A pesquisa não se limita a uma forma de ação pretendendo aumentar o conhecimento dos grupos considerados sobre os conceitos de Gravitação Universal e Astronomia.

4.3 O MÉTODO QUASE-EXPERIMENTAL E A SÉRIE TEMPORAL

De acordo com Gil (2008), o método pode ser definido como o caminho para se chegar a determinado fim e o método científico como o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento.

No contexto entrevisto, a metodologia possibilitou lançar luzes sobre o fenômeno estudado e sua relação didático-pedagógica associada ao Livro Digital no ensino de Física. No que tange à estratégia de observação e coleta de dados, utilizamos o método quase-experimental com a Série Temporal. Segundo Campbell (1979), existem dois enfoques possíveis no campo da pesquisa: o método experimental e o quase-experimental, sendo o segundo o mais apropriado às situações em que o pesquisador, embora consciente dos procedimentos e instrumentos de que faz uso para coleta, está consciente da existência de variáveis sobre as quais tem controle apenas parcial, o que contribui para ampliar as margens de erro acerca da acuidade do conhecimento resultante.

De acordo com Selltiz (1976), delineamentos quase-experimentais fornecem um meio de estudar alguns tratamentos sociais que naturalmente ocorrem. Eles são intermediários entre um experimento que possui alta validade interna e os fracos pré-experimentos que quase não possuem, geralmente, validade interna. Quase-experimentos nos possibilitam descartar algumas

ameaças à validade porque eles incluem mais pontos de dados que os pré-experimentos. O número de delineamentos quase-experimentais que um pesquisador criativo pode construir é ilimitado. Assim, a Série Temporal enquadra-se no conjunto dos delineamentos quase-experimentais e é, assim, definida por Campbell (1979, p.67):

[...] a essência do delineamento de série temporal é a presença de um processo periódico de medida de algum grupo ou indivíduo e a introdução de uma mudança experimental na série temporal de medidas, cujos resultados são indicados por uma descontinuidade nas medidas registradas na série temporal. Seu diagrama pode ser este: O1 O2 O3 O4 X O5 O6 O7 O8.

Compreendemos, pelas palavras do autor, que esse delineamento consiste em uma série de observações ou registros, representados por O₁, O₂, O₃, e O₄, feitos em torno de um grupo de pesquisados. Posteriormente, submete-se o grupo a um experimento, representado por X, após o qual se fazem novas observações, representadas por O₅, O₆, O₇ e O₈. As mudanças proporcionadas por X são, assim, mensuradas por meio da análise qualitativa das diferenças que se revelarem entre os conjuntos (O₁, O₂, O₃, O₄) e (O₅, O₆, O₇, O₈). Moreira (2011, p.135) exemplifica a aplicação da série temporal da seguinte forma:

[...] um exemplo simples da aplicação desse delineamento seria aquele em que o professor observa cuidadosamente seus alunos durante algumas semanas do curso, fazendo vários testes de medição (que podem ser testes de aproveitamento ou de atitude) antes de fazer uso de uma nova estratégia de ensino. Dessa forma, antes de fazer o uso dessa estratégia, volta a observar seus alunos, durante algum tempo, fazendo novos registros. Diferenças, qualitativas ou quantitativas, no desempenho dos alunos após o uso da estratégia, e que se mantêm ao longo do tempo, podem ser tomadas como evidência do efeito da estratégia sobre a aprendizagem cognitiva ou afetiva dos alunos.

Nessa perspectiva, a Série Temporal está apropriada aos objetivos do presente estudo, considerando que a pesquisa se deu em sala de aula, em circunstâncias semelhantes à exemplificada pelo autor, houve dois grupos de sujeitos, observados antes (observação não participante) da prática pedagógica de professores do Ensino Médio Regular realizada em outubro e novembro de 2018, a que aconteceu durante (observação participante, por intermédio do questionário semiestruturado inicial e do experimento Livro Digital aplicados aos alunos) e depois (questionário semiestruturado final) para a avaliação da metodologia pelos participantes.

4.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS: OBSERVAÇÃO SISTEMÁTICA E QUESTIONÁRIO

Utilizamos a observação sistemática como técnica de obtenção de dados. Gil (2008) preconiza que este tipo de observação é a descrição precisa dos fenômenos. Nas

pesquisas deste tipo, o pesquisador sabe quais os aspectos da comunidade ou grupo que são significativos para alcançar os objetivos pretendidos.

Por essa razão, elabora previamente um plano de observação que pode ocorrer em situações de campo ou de laboratório. Nestas últimas, a observação pode chegar a certos níveis de controle que permitem defini-la como procedimento quase experimental. Marconi e Lakatos (2017, p.211) assim se manifestam a respeito da observação sistemática:

Realiza-se em condições controladas, para responder a propósitos preestabelecidos. Todavia, as normas não devem ser padronizadas nem rígidas demais, pois tanto as situações quanto os objetos e os objetivos da investigação podem ser muito diferentes. Deve ser planejada com cuidado e sistematizada.

Na primeira e terceira etapa da pesquisa, foi utilizada a observação sistemática. O primeiro momento consistiu em realizar observações, do tipo não participante, de dois professores de Física do Ensino Médio regular em seu ambiente natural, a sala de aula, em outubro e novembro de 2018. Para Marconi e Lakatos (2017), a observação não participante é uma modalidade em que o pesquisador observa a realidade estudada sem interferir nas suas relações estabelecidas entre os sujeitos, de modo que este presencia o fato, mas não participa dele e não se deixa envolver pelas situações.

O segundo momento se deu através da observação direta extensiva de uma turma do primeiro ano do Ensino Médio regular que se realizou através de um questionário com questões abertas para identificar os conhecimentos prévios dos alunos e as dificuldades dos mesmos em relação à Astronomia e a Gravitação Universal. Assim, Marconi e Lakatos (2017) afirmam que o questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador.

Portanto, o uso do questionário com perguntas abertas tem várias vantagens e deve ser elaborado com observância as normas precisas, de modo aumentar a sua eficácia e validade, permitindo ao pesquisado responder livremente, usando linguagem própria e emitir opiniões.

Além do mais, o terceiro momento se deu através da observação sistemática participante que ocorreu durante a aplicação de um Livro Digital *Desvendando os Mistérios do Infinito* aos alunos do 1.º ano do Ensino Médio. Essa etapa contou com a participação direta da professora pesquisadora, razão pela qual se utilizou a observação participante.

Segundo Marconi e Lakatos (2017), esse tipo de observação consiste na participação real do pesquisador na comunidade ou grupo. Ele se incorpora ao grupo, confunde-se com ele. Fica tão próximo à comunidade quanto um membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste.

No último momento, foi aplicado novamente um questionário com questões fechadas para a avaliação dos alunos da metodologia utilizada. As perguntas fechadas, apesar de restringirem a liberdade das respostas, são também uma ótima forma de se obterem respostas objetivas, facilitando assim o trabalho do pesquisador.

4.4.1 OBSERVAÇÃO NÃO PARTICIPANTE

O primeiro contato com o campo (a sala de aula) se deu nos meses de outubro e novembro de 2018 e teve por finalidade observar a prática de dois professores de Física, Newton e Kepler (pseudônimos), para compreendermos como esses professores ministravam os conteúdos de Astronomia e Gravitação Universal. Conforme Gil (2008, p.104):

Na observação sistemática o pesquisador precisa elaborar um plano que estabeleça o que deve ser observado, em que momentos, bem como a forma de registro e organização das informações. O primeiro passo consiste em definir o que deve ser observado. Esta definição precisa levar em consideração os objetivos da pesquisa, o que significa que se estes não estiverem claramente definidos, será impossível conduzir adequadamente o processo de observação.

Para a efetivação da atividade de observação, elaboramos um roteiro para orientação com os seguintes tópicos:

- Introdução da aula;
- Quantidade de alunos;
- A organização dos alunos em sala de aula;
- A importância dos conteúdos de Gravitação Universal e Astronomia;
- A abordagem desses conteúdos;
- Os recursos didáticos utilizados;
- As estratégias de ensino adotadas para envolver os alunos e dinamizar as aulas;
- A relação dos conteúdos da Física com o cotidiano dos alunos;
- A síntese das aulas;
- A avaliação da aprendizagem.

A observação não participante, permitiu verificarmos a presença ou ausência de produção escrita e leitura durante as aulas de Física e a correlação desses conteúdos ensinados com situações práticas e o cotidiano dos alunos, identificação de teorias subjacentes à prática pedagógica dos professores, empatia dos alunos em relação à disciplina, resvalada nas expressões, gestos e atitudes.

Partindo deste entendimento, direcionamos nosso olhar para os interiores das salas de aula de dois professores, Newton e Kepler (pseudônimos, conforme já anunciamos) enquanto ministravam aulas de Física. Destacamos que nossa intenção não foi efetuar intervenção junto aos professores, mas a apreensão de situações pedagógicas que possibilitassem a intervenção e construção do Livro Digital com os alunos. Newton é professor de Física do 1.º ao 3.º ano do Ensino Médio no Centro de Ensino João Lisboa localizado em Coroa, tem 43 anos e concluiu a licenciatura em Física pela UFPI em 2009. Kepler é professor apenas do 1.º ano do Ensino Médio e tem 37 anos e ministra aulas desde os 20 anos e também é professor do Centro de Ensino João Lisboa.

As observações foram feitas em duas turmas de 1.º ano do Ensino Médio, designadas por A, a turma do professor Newton e por B a turma do professor Kepler. O professor Newton ministra aula na turma A no turno matutino no segundo e terceiro horários na terça-feira enquanto o professor Kepler ministra aula na turma B no primeiro e segundo horários na quinta-feira (cada aula corresponde a 50 minutos). Esta etapa observacional foi desenvolvida em oito observações num total de 6 (seis) horas, tendo sido 4 (quatro) delas voltadas para observar as aulas de Newton e as demais para as aulas de Kepler.

Assim, a observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações que utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade e consiste em examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar sendo um elemento básico da investigação de campo e possibilita meios diretos e satisfatórios para estudar uma ampla variedade de fenômenos, permitindo a coleta de dados sobre um conjunto de atitudes comportamentais típicas (LAKATOS; MARCONI, 2017).

Nessa perspectiva, a observação não participante entra em contato com as realidades, para além da nossa própria experiência de sala de aula, vivenciadas por diferentes alunos e professores em seu processo natural de atuação. Nos momentos em que tais observações foram realizadas, a pesquisadora não interferiu no ambiente observado, tendo se reservado apenas a registrar as interações desencadeadas por ocasião das práticas pedagógicas dos dois docentes e das relações delas derivadas com os alunos e os conteúdos ministrados. As descrições e interpretações dos fenômenos observados nesta etapa da pesquisa, bem como sua interpretação e entrelaçamentos com a base conceitual que sustentam o presente estudo serão objeto da seção 5.1.

4.4.2 QUESTIONÁRIO

O questionário é uma técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos,

crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado, etc. De acordo com Gil (2008, p. 121):

Construir um questionário consiste basicamente em traduzir objetivos da pesquisa em questões específicas. As respostas a essas questões é que irão proporcionar os dados requeridos para descrever as características da população pesquisada ou testar as hipóteses que foram construídas durante o planejamento da pesquisa. Assim, a construção de um questionário precisa ser reconhecida como um procedimento técnico cuja elaboração requer uma série de cuidados, tais como: constatação de sua eficácia para verificação dos objetivos; determinação da forma e do conteúdo das questões; quantidade e ordenação das questões; construção das alternativas; apresentação do questionário e pré-teste do questionário.

O questionário foi utilizado em dois momentos e teve como finalidade identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conceitos de Astronomia e Gravitação Universal e avaliar a metodologia pelos participantes da pesquisa. Por conseguinte, o questionário é uma ferramenta que requer a observância das normas precisas, de modo aumentar a sua eficácia e validade. E na sua organização foi considerado os tipos, a ordem, os grupos de perguntas, a formulação delas (AUGRAS, 1974).

4.5 CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DA PESQUISA

A escola é um ambiente afetado por múltiplos determinantes, sociais, políticos, econômicos e culturais (LIBÂNEO, 1991; ALARCÃO, 2001; BEHRENS, 2011). Portanto, qualquer intervenção metodológica em seu interior considera estes aspectos, posto que os alunos, razão de sua existência, podem ser considerados como produtos dessas interferências.

Desse modo, Libâneo (2007) destaca três objetivos da escola: (1) a preparação para o processo produtivo e para a vida em uma sociedade técnico-informacional; (2) formação para a cidadania crítica e participativa; (3) formação ética.

Em relação ao primeiro objetivo, a escola deverá preparar o indivíduo para o mundo do trabalho, inseri-lo no meio tecnológico, capacitá-lo para a compreensão e uso das novas tecnologias, bem como promover a sua formação sociocultural. O segundo objetivo aponta para a formação de um aluno capaz de exercer a cidadania, compreender e aplicar os direitos de cada indivíduo, ser crítico e participar dos processos de transformação da sociedade, opinando, interferindo positivamente. Por último, o terceiro objetivo aponta para uma formação ética, que compreenda os valores morais, a ideia de limites, certo e errado.

Nesse sentido, importa-nos caracterizar a instituição escolar na qual se desenvolveu a presente pesquisa, partindo de uma visão macro, em que se contextualizam aspectos regionais

mais abrangentes, convergindo para o contexto local, até chegar ao ambiente da sala de aula, onde convivem e interagem os interlocutores do estudo.

4.5.1 A CIDADE DE COROATÁ

Coroatá é um município brasileiro do estado do Maranhão. Situa-se no centro-leste do estado, no vale do Itapecuru, e dista cerca de 260 km de São Luís. Sua topografia é predominantemente plana e tem apenas 96 anos de emancipação política. As suas principais atividades econômicas são a agropecuária e o comércio varejista.

Segundo dados do censo demográfico de 2019, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sua população total é de 65.296 habitantes. O município se estende por 2.263,8 km² com densidade demográfica de 27,2 habitantes por km² no território do município. Vizinho dos municípios de Timbiras, Peritoró e São Mateus do Maranhão, Coroatá se situa a 46 km ao norte-oeste de Codó.

No ensino superior, Coroatá possui um *campus* da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e uma Faculdade Evangélica do Meio Norte (FAEME). De acordo com o IBGE de 2019, possui 73 (setenta e três) escolas de Ensino Fundamental, 11(onze) escolas de Ensino Médio e apenas 1 (uma) unidade de ensino médio técnico em tempo integral do Instituto Estadual do Maranhão (IEMA). Dessa forma, a maior parte das escolas existentes no município são públicas, de modo que a rede particular oferta o ensino infantil e, com pequena participação, o ensino fundamental, médio e superior.

4.5.2 CENTRO DE ENSINO FRANCISCO GONÇALVES MAGALHÃES – CEFGM

O contexto de realização da pesquisa foi o CEFGM, pertencente a rede pública de ensino do estado do Maranhão, fundada em vinte e sete de dezembro de mil e novecentos e oitenta e cinco. Segundo Lagar, Santana e Dutra (2013), a escola pública é uma instituição que tem o compromisso voltado à democratização do ensino e essa democratização do ensino permite a todos o acesso aos bens culturais produzidos pela humanidade.

Para esta pesquisa estamos considerando os dados do ensino diurno, manhã e tarde e do ensino noturno. Em 2019, a escola apresentou uma clientela de 338 (trezentos e trinta e oito) alunos, distribuídos em 12 (doze) salas de aula, sendo 4 (quatro) no turno da manhã, 5 (cinco) no turno da tarde e 3 (três) no turno noturno.

A citada escola, localiza-se na Rua da Maracangalha e oferece do 8.º ao 9.º ano do Ensino Fundamental no turno matutino, no turno vespertino oferece do 1.º ao 3.º ano do Ensino Médio e no turno noturno é a Educação de Jovens e Adultos (EJA).

A infraestrutura da escola conta com 6 (seis) salas de aulas, 31 (trinta e um) funcionários, sala de diretoria, sala de professores, cozinha, banheiro para funcionários e banheiros individualizados por sexo para os alunos, 1 (um) banheiro adequado aos alunos com deficiência ou mobilidade reduzida, dependências e vias adequadas a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida, despensa e pátio coberto.

Foto 3 - Centro de Ensino Francisco Gonçalves Magalhães. Vista da fachada.



Foto 4 - Sala dos professores

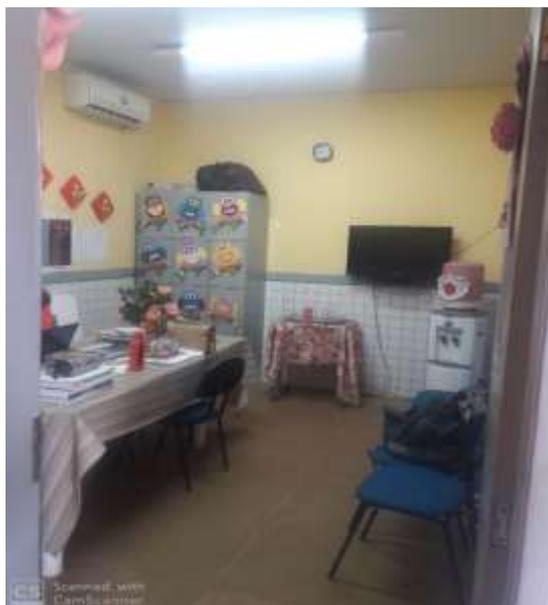


Foto 5 - Pátio interno da escola



Foto 6 - Área interna da escola**Foto 7 - Cantina**

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2019)

O corpo docente, técnico e administrativo da escola é constituído de uma diretora, um diretor-adjunto, duas coordenadoras, 22 (vinte e dois) professores/as (sendo que no momento uma professora e a diretora estão afastadas por motivos de saúde). Essa escola conta com um quadro de pessoal formado por uma secretária, três agentes de portaria, duas merendeiras, dois auxiliares de serviços, um auxiliar de administração e um apoio.

A concepção de educação desenvolvida na escola visa à interdisciplinaridade com projetos que acontecem anualmente como o Descortinando a Leitura, Resgatando Valores: Transformando Vidas e o BIOFISMAQUI com a colaboração de todos os professores e permitindo aos alunos a compreensão do processo de construção do conhecimento escolar e uma aprendizagem significativa.

Por conseguinte, ao propor o uso do Livro Digital em aulas de Física, partimos, portanto, da necessidade de possibilitar aos sujeitos a vivência de um processo interdisciplinar, em que fosse possível a associação de assuntos relacionados a mais de uma disciplina. Tal proposta nos possibilitou a interlocução de diferentes saberes (MORAES, 1997).

4.5.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa, que compreendeu os meses de outubro e novembro de 2018, os meses de junho, agosto e setembro de 2019, consistiu na elaboração de um Livro Digital voltado para o uso nas aulas de Física, tanto por professores quanto por alunos a partir de uma experiência didática com alunos do CEFGM. Esses participantes são dois professores de Física do Ensino Médio e alunos que cursam o primeiro ano do Ensino Médio regular. A participação dos

professores e alunos selecionados (amostra) só aconteceu mediante a assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (vide anexo A).

A turma é composta por 25 (vinte e cinco) alunos, sendo 13 (treze) meninas e 12 (doze) meninos, com idades entre 14 (quatorze) a 19 (dezenove) anos. Todos os alunos são oriundos de escola pública e 6 (seis) desses alunos são repetentes. Dezesesseis desses alunos recebem o Bolsa Família, em decorrência de situação de vulnerabilidade social e oito alunos moram no interior de Coroatá e dependem de ônibus público municipal.

Com a caracterização deste grupo de sujeitos, considerando suas origens e condições socioeconômicas, bem como seus sucessos e obstáculos no campo acadêmico, partimos do pressuposto de que, conforme preconiza Alarcão (2001), o espaço escolar, assim como toda sua estrutura e mecanismos do ensino, necessita compreender o aprendiz como alguém que pertence a um meio social, afetado por determinantes diversos que influenciam diretamente a sua aprendizagem, os quais são impossíveis de serem ignorados no processo educativo.

Dessa forma, essas características do grupo foram consideradas no presente estudo como parâmetro por meio do qual compreendemos a sala de aula como um ambiente influenciado por estes fatores, na direção indicada por Rabelo (1998, p.47), quando este comenta que “[...] o ensino escolar formal precisa ser entendido como parte de um processo na formação global do aluno enquanto ser social”.

Portanto, no que concerne à proposta de utilização do Livro Digital no ensino de Astronomia e Gravitação Universal, é necessário compreender o contexto compartilhado por esses discentes, realçando em seus entremeios as individualidades de cada um como um ponto de partida para delinear a estratégia de intervenção didática. Essa observação conduziu-nos a compreender que o ensino não se desvincula da dimensão afetiva, a qual pode subsidiar o olhar compreensivo do professor sobre seus alunos como pessoas com singularidades próprias.

4.6 O LIVRO DIGITAL - *DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO INFINITO* COMO INSTRUMENTO DA PESQUISA PARTICIPANTE

O objetivo desta subseção é descrever a segunda e a terceira etapas da pesquisa, que consistiu em elaborar e aplicar o questionário semiestruturado inicial e o Livro Digital *Desvendando os Mistérios do Infinito* (link de acesso, https://drive.google.com/file/d/1vmW7fHLjTpNQdaXU_Kc_0JrgEvCO_jfI/view?usp=sharing), para os alunos de uma turma de primeiro ano do Ensino Médio do CEFGM em Coroatá. Empenhamo-nos, desta forma, a apresentar nas próximas linhas as experiências compartilhadas

dentro de sua construção, na qual desempenhamos o papel de mediadora do processo de ensino e aprendizagem face ao desenvolvimento de uma unidade didática, que abordou o conteúdo de Astronomia e Gravitação Universal.

A intervenção didática ocorreu nas quartas-feiras consecutivas, nas seguintes datas do ano de 2019: 19 e 26 de junho; 7, 14, 21 e 28 de agosto; 4 e 11 de setembro. As aulas ocorriam no terceiro e quarto horários, sempre às quartas-feiras, no turno vespertino, no CEFGM. Cada encontro era de duas aulas e cada aula correspondia a cinquenta minutos.

As estratégias de ensino utilizadas compreenderam aulas expositivas, vídeos e músicas, assistidos por computador e data show, produção de mapas conceituais pelos alunos, pesquisas, organização de um júri simulado, construção de maquetes, jogo de tabuleiro (Tapete Solar), resolução de palavras cruzadas, utilização do simulador *Solar System Scope*, redação de textos, grupos de discussão, roda de conversa, feitura de desenhos e apresentação de seminários.

Após cada encontro, os alunos recebiam tarefas para serem desempenhadas em equipe até o encontro seguinte, quando recebiam orientações para reelaboração ou aperfeiçoamento das mesmas. Assim, as principais vantagens para uma observação participante podem ser relacionadas, com base, principalmente, nas ponderações do antropólogo Florence Kluckhohn (1946, p. 103):

- a) Facilita o rápido acesso a dados sobre situações habituais em que os membros das comunidades se encontram envolvidos.
- b) Possibilita o acesso a dados que a comunidade ou grupo considera de domínio privado.
- c) Possibilita captar as palavras de esclarecimento que acompanham o comportamento dos observados.

Para tanto, as atividades em sala de aula, assim como os momentos extraclasse foram sistematicamente acompanhados e avaliadas pela professora mediadora, que as tomou como objeto de avaliação.

4.6.1 PRIMEIRO ENCONTRO: INTRODUÇÃO À UNIDADE E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAR OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS

No primeiro encontro, em 19 de junho de 2019, havia apenas 22 (vinte e dois) alunos. Após o registro da frequência no diário de classe, explicamos aos interlocutores que se tratava de um momento específico de uma pesquisa que estávamos desenvolvendo no contexto do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), cuja fase seria desenvolvida em coletividade com eles. Foram necessárias duas horas aulas.

O questionário (vide apêndice A) serviu para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os temas que foram tratados e, para Ausubel (1980), é de extrema relevância aquilo que o aluno já sabe sendo o fator mais importante da sua teoria da aprendizagem significativa, pois serve de suporte de ancoragem para o novo conhecimento.

Ao iniciarmos uma situação de aprendizagem no CEFGM, pensamos: vamos começar pelo começo. E foi fácil percebermos que, para cada estudante, esse início está num lugar diferente. Os alunos traziam conhecimentos, contextos familiares, vivências afetivas e cognitivas muito diversas entre si, por isso foi aplicado o questionário.

Esse questionário possui perguntas abertas que também são chamadas livres ou não limitadas. São as que permitem ao informante responder livremente, usando linguagem própria e emitir opiniões, possibilitando investigações mais profundas e precisas mesmo que a análise seja difícil, complexa, cansativa e demorada (LAKATOS; MARCONI, 2017).

Além do mais, essas perguntas fazem parte do primeiro capítulo do LD e fica logo após a epígrafe que podem ser baixados pelos alunos no celular ou no computador. Dessa forma, foi passado o *link* para os alunos baixarem o LD no celular para poderem responder ao questionário e, para quem estava sem o celular, esse questionário foi exposto no Datashow.

Por conseguinte, ao responder o questionário os alunos começaram a reclamar que a professora não tinha avisado que seria prova e que os mesmos não teriam capacidade para respondê-lo e que por esse motivo não responderiam.

Apesar disso, lembramos aos alunos que nesse questionário não tinham repostas certas ou erradas e o que era importante naquele momento era a opinião deles e depois disso começaram a responder prontamente.

Essas perguntas foram respondidas pelos alunos e discutidas em sala de aula sob a mediação da professora com a intenção de ouvir a opinião do grupo, estimular a curiosidade sobre o assunto, sem a necessidade de chegar a uma resposta final.

Foto 8- Alunos respondendo o questionário



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2019)

Após receber os questionários respondidos pelos alunos começamos uma digressão pelo Universo através do mundo interativo que o LD pode proporcionar e que era visível através de perguntas e expressões faciais, o encantamento.

Posteriormente, fizemos uma exposição inicial sobre como construir um mapa conceitual que é uma estrutura gráfica que ajuda a organizar ideias, conceitos e informações de modo esquematizado. Consiste numa ferramenta de estudo e aprendizagem, onde o conteúdo é classificado e hierarquizado de modo a auxiliar na compreensão do indivíduo que o analisa (AUSUBEL,1980) e depois cada aluno fez um mapa conceitual sobre a origem do Universo,

Por conseguinte, os mapas foram trocados entre os alunos para que fossem feitas comparações e sugestões e alguns foram apresentados a turma. Essas atividades são encontradas ao final do capítulo 1 com o título “Sugestão de Atividades” (vide apêndice B).

Para favorecer a aprendizagem do aluno, foi utilizado esse instrumento didático, o mapa conceitual, que é um diagrama hierárquico indicando os conceitos e as relações entre os conceitos e pode ser utilizado como uma ferramenta de ensino e/ou aprendizagem para apresentar as relações hierárquicas entre conceitos que estão sendo ensinados em uma aula, em uma unidade de estudo ou em uma disciplina (MOREIRA E BUCHWEITZ, 1987).

Ao final da aula, foi passada uma proposta de pesquisa, segunda atividade (vide apêndice B) para ser realizada em grupo. A turma foi dividida em cinco grupos de cinco pessoas e o trabalho foi enviado para o *e-mail* da professora com as instruções a serem seguidas. Esse trabalho foi entregue no dia vinte e cinco de junho de 2019.

4.6.2 SEGUNDO ENCONTRO: APRESENTAÇÃO DO SEGUNDO CAPÍTULO DO LIVRO DIGITAL – BELEZA ESTELAR

No segundo encontro, em 26 de junho de 2019, havia 24 (vinte e quatro) alunos. Após o registro da frequência no diário de classe, começamos a explanação sobre o capítulo 2 do LD. Percebemos que a maioria dos alunos estava com o celular e mesmo que a explicação tivesse sendo feita com o uso do Datashow, os mesmos queriam acompanhar pelo celular. Toda quarta-feira são apenas duas horas aulas de física, mas como o professor dos horários seguintes tinha faltado tivemos a oportunidade de ficar quatro horas aulas. Tivemos muitos problemas com a sala por causa do ar-condicionado que sempre estava com problemas, então mudamos várias vezes de sala para a aplicação do Produto Educacional e maior conforto dos alunos.

O que mais chamou atenção é que a maioria dos alunos já tinha lido e tentado fazer as atividades e estavam bem participativos durante a aula fazendo perguntas mais elaboradas e

respondendo às indagações da professora corretamente. A aula fluiu de maneira bem leve e divertida e foi possível observar como o LD atendeu a imaginação do alunado.

Ao solicitar que os alunos fizessem a pesquisa (vide apêndice B) e uma pré-leitura sobre o capítulo 2 (dois), estávamos acionando com essas atividades os organizadores prévios dos alunos, que são materiais introdutórios (organizadores) de maior nível de abstração, generalidade e inclusividade do que o novo material que vai ser aprendido, sendo, portanto, introduzidos antes do próprio material de aprendizagem e distintos de sumários que são apresentados no mesmo nível de generalidade (AUSUBEL, 1980).

A aprendizagem significativa pressupõe a existência de conceitos, ideias e proposições relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, para servirem de ancoradouro para a nova aprendizagem e quando essas ideias não tiverem âncoras o professor pode fazer uso dos organizadores prévios (AUSUBEL, 1980).

Por conseguinte, falamos sobre o que são estrelas, o nascimento, vida e morte desses astros e quando as mesmas morriam em que se transformavam e qual a importância de estudá-las para a sociedade atual e as curiosidades a respeito desse tema que também é um tópico que compõe o LD, algumas curiosidades e sugestões dos alunos que fizeram parte do LD.

Nesse ínterim, foram realizadas em sala de aula da primeira à quarta atividade (vide apêndice C) do tópico “Sugestão de Atividades” final do capítulo 2 (dois). A turma foi dividida em quatro grupos de seis integrantes e todas as atividades foram feitas sob supervisão da professora e em grupo. Apresentamos uma imagem do céu, a noite, retirada da *internet* e depois pedimos para cada grupo responder as cinco questões e, posteriormente, fizemos uma roda de conversa para discutir as questões resolvidas e, ao final, entregamos para cada grupo papel peso 40 e orientamos para que pintassem de tinta guache preta e, após a secagem, entregamos tinta azul e branca para pintarem as estrelas.

Desse modo, a segunda atividade consistia em contar a lenda do povo Bororó (indígenas do Mato Grosso) que explica a origem das estrelas. A necessidade do homem de explicar os mistérios da vida e da natureza que o cerca, gerou, através dos séculos, as mais belas lendas. A lenda **Como Nasceram as Estrelas** foi lida por um dos alunos e cada grupo fez uma ilustração da parte que mais gostou e ao final da segunda atividade cada grupo respondeu duas questões que foram entregues para a professora.

Na terceira atividade, os alunos observaram a imagem de uma constelação (vide apêndice C) e fizeram a sua própria constelação com papel camurça azul-marinho e giz de cera branca e foram lançadas algumas perguntas sobre as constelações e na roda de conversa foi falado sobre o que eram constelações e a história das mesmas.

Foto 9: Alunos realizando as atividades do capítulo 2 do Livro Digital



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2019)

A quarta atividade foi realizada na biblioteca da escola que consistia numa pesquisa sobre as duas constelações mais conhecidas Cruzeiro do Sul e Sagitário. A quinta atividade não foi possível ser feita, pois Coroatá não possui Planetário. Todos os desenhos foram colados na própria sala que ficou parecendo um céu estrelado. Esse foi o último encontro antes das férias, mas pedimos aos alunos que continuassem a leitura e qualquer dúvida poderiam falar com a professora pelas redes sociais.

4.6.3 TERCEIRO ENCONTRO: ESTUDO DO TERCEIRO CAPÍTULO DO LIVRO DIGITAL – EXPLORANDO O SISTEMA SOLAR

No terceiro encontro, em 7 de agosto de 2019, havia na sala 25 (vinte e cinco) alunos. Começamos a aula com o vídeo “Viajando pelo Sistema Solar”, disponível em <https://youtu.be/zlfvrursetf8>. Ao final do vídeo, a turma foi dividida em cinco grupos de cinco alunos para a discussão do vídeo e cada grupo entregou para a professora um pequeno texto sobre o que mais lhe chamou atenção no vídeo.

Desse modo, o terceiro capítulo do LD trata sobre a origem do Sistema Solar, conceito e os planetas que o compõem, além das características de cada planeta como distância ao Sol, temperatura do planeta, a quantidade de satélites naturais, período de translação e rotação, além de muitas curiosidades.

Nessa perspectiva, foram realizadas, nessas duas aulas, atividades pertencentes ao tópico “Sugestão de Atividades” (vide apêndice D), a primeira atividade foi conhecendo os planetas do Sistema Solar através do vídeo, experiência essa que foi relatada anteriormente.

Na segunda atividade, a professora trouxe bolas de isopor cedidas pela escola de vários tamanhos para que cada grupo representasse o Sol, a Lua e a Terra e após a escolha foram

lançadas algumas perguntas a que os alunos responderam prontamente. Em seguida, explicamos a definição de diâmetro e mostramos o diâmetro do Sol, da Terra e da Lua e se os alunos gostariam de mudar as suas escolhas ou pensavam que estavam corretas.

Na terceira atividade, cada grupo respondeu à cruzada do Sistema Solar. Nesse momento, os alunos mais uma vez tiveram contato com a aprendizagem por descoberta e de acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980), nesse tipo de aprendizagem, os conteúdos a serem aprendidos devem ser descobertos pelo aprendiz antes mesmo de serem significativamente incorporados à sua estrutura cognitiva.

Foto 10: Alunos realizando as atividades do capítulo 3 do Livro Digital



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2019)

Assim, os alunos descobriram assuntos, coisas novas e depois de bastante discutido esse capítulo e realizadas as atividades propostas percebemos que o novo conteúdo estava sendo incorporado gradualmente à estrutura cognitiva de cada estudante e como esse material tecnológico foi importante para despertar o interesse e motivá-los, critérios imprescindíveis para que o aluno também possa construir o seu próprio conhecimento.

A quarta atividade era a produção do Sistema Solar através de revistas que não foi executada por falta de material. Ao final da aula, na quinta atividade foi proposto um seminário em grupo para que os alunos apresentassem na aula seguinte, sendo 5 (cinco) grupos e cada grupo apresentasse um planeta do Sistema Solar. A escolha do planeta foi através de sorteio, enquanto a apresentação da maquete do Sistema Solar foi no dia 21 de agosto de 2019, assim os alunos tiveram mais tempo para a produção da mesma.

4.6.4 QUARTO ENCONTRO: APRESENTAÇÃO DO QUARTO CAPÍTULO DO LIVRO DIGITAL – PERSCRUTAR SABERES E APRESENTAÇÃO DO SEMINÁRIO SOBRE PLANETAS DO SISTEMA SOLAR

No quarto encontro, em 14 de agosto de 2019, havia na sala 23 (vinte e três) alunos. Dois alunos faltaram porque moram no interior de Coroatá e nesse dia o ônibus não foi buscá-los. Iniciamos a aula com a apresentação do seminário sobre os planetas do Sistema Solar, e alguns tópicos foram abordados como o diâmetro do planeta, distância do planeta ao Sol e a Terra, gravidade do planeta, se é possível ter vida no planeta, se o planeta possui satélites naturais, a massa do planeta em relação a Terra, identificar se é um planeta rochoso ou um planeta gasoso, a temperatura do planeta, características peculiares do planeta e cada seminário durou em média 10 minutos.

Foto 11: Seminário sobre Júpiter



Foto 12: Seminário sobre Vênus



Foto 13: Seminário sobre Urano



Foto 14: Seminário sobre Terra



Foto 15: Seminário sobre Saturno



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2019)

Após a apresentação do seminário, começamos a explanação do quarto capítulo que é uma verdadeira viagem pela história e descobertas da humanidade desde a origem dos nomes dos planetas, crenças e curiosidades ao longo de centenas de anos. Vários temas foram tratados nesse capítulo como:

- A influência dos mesopotâmicos e egípcios no conhecimento astronômico da Grécia Antiga;

- O modelo aristotélico sobre o cosmos;
- O modelo heliocêntrico de Nicolau Copérnico e o geocêntrico de Cláudio Ptolomeu;
- As observações de Tycho Brahe;
- A história de Johannes Kepler;

Nesse ínterim, os alunos já estavam familiarizados com muitos conceitos que foram vistos e assim detectamos evidências de uma aprendizagem significativa. A aprendizagem significativa é o conceito central da teoria de Ausubel entendida como um processo em que as novas informações ou novos conhecimentos interagem com um aspecto relevante existente na estrutura cognitiva inicial do aluno.

4.6.5 QUINTO ENCONTRO: CONTINUAÇÃO DO QUARTO CAPÍTULO – PERSCRUTAR SABERES E APRESENTAÇÃO DA MAQUETE SOBRE O SISTEMA SOLAR

No quinto encontro, em 21 de agosto de 2019, havia na sala 25 (vinte e cinco) alunos. A aula começou com a apresentação da maquete do Sistema Solar, a ordem das apresentações foi decidida por sorteio e alguns critérios como organização do grupo, domínio de conteúdo, recursos didáticos utilizados, criatividade na apresentação foram avaliados pela professora. Cada apresentação durou em média quinze minutos.

Foto 16: Apresentação da maquete



Foto 17: Apresentação da maquete



Foto 18: Apresentação da maquete



Foto 19: Maquete do Sistema Solar



Foto 20: Apresentação da maquete



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2019)

Em seguida, continuamos o estudo do capítulo quatro com os seguintes tópicos:

- A lei da Gravitação Universal formulada por Isaac Newton;
- A Lua, translação, rotação e face oculta;
- Aspectos das fases lunares, curiosidades e direção do Sol e fases da Lua;

- Distâncias e dimensões do sistema Sol-Terra-Lua;
- Tipos de eclipses;
- Duração e periodicidade dos eclipses.

Para fomentar as discussões, fizemos algumas perguntas sobre esses tópicos abordados como: Isaac Newton foi realmente importante para a ciência? Um cientista sempre trabalha sozinho? Existem verdades absolutas? Por que sempre vemos a mesma face da Lua? Como acontece os eclipses? Nesse momento, procuramos identificar na fala dos alunos elementos discursivos que evidenciassem correlação dos conteúdos estudados e suas repercussões nos espaços, contexto e relacionamentos sociais sentidos, percebidos e vivenciados pelos alunos.

4.6.6 SEXTO ENCONTRO: APLICAÇÃO DO JÚRI SIMULADO COM O TEMA HELIOCENTRISMO X GEOCENTRISMO E A UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR SOLAR SYSTEM SCOPE

A sexta aula da unidade, ocorrida no dia 28 de agosto de 2019 iniciou-se com o júri simulado (vide apêndice E) atividade essa que pode ser encontrada no final do capítulo 4 com o título “Sugestão de Atividades”. Foi explicado para os alunos na aula anterior que o júri simulado consistia numa dinâmica de grupo a ser utilizada, preferencialmente, quando se pretendia abordar temas potencialmente geradores de polêmicas.

A prática simulou um tribunal judiciário, onde os participantes tinham funções predeterminadas. Os alunos foram divididos em três grupos: dois grupos de 10 alunos de debatedores e uma equipe responsável pelo veredito (o júri popular) composta por 5 alunos que foram escolhidos por meio de sorteio. O papel da professora foi o de coordenar a prática e apenas controlar o tempo para cada grupo defender sua tese e atacar a tese defendida pelo grupo oponente. O tema proposto pela professora aos alunos foi “Heliocentrismo *versus* Geocentrismo”. Ao final da prática as questões lançadas pelos alunos foram problematizadas pela professora esclarecendo-as.

Quadro 1- Roteiro de desenvolvimento do júri simulado

ETAPAS	TEMPO
Socializar as ideias nos grupos	10 min
Defesa da tese inicial	10 min (5 min para cada grupo)
Debate entre grupos	20 min
Considerações finais	10 min (5 min para cada grupo)
Veredito	5 min

As discussões foram bastante proveitosas, os alunos tiveram uma semana para montar os seus argumentos que foram debatidos nessa aula. Começamos a socializar as ideias pelo grupo que defendia o geocentrismo que fez de uma forma incrível seguindo do grupo heliocentrismo. Cada grupo teve 5 minutos para a réplica, 20 minutos para o debate entre grupos e 5 minutos para as considerações finais.

O que foi lembrado ao júri popular que eles estavam ali para analisar e avaliar a melhor argumentação e qual grupo defendeu melhor seu tema. E o grupo vencedor foi dos geocentristas que comemoraram bastante ao contrário do outro grupo que ficou bastante contrariado com a decisão do júri popular.

Para consolidar este momento, solicitamos aos alunos que baixassem nos seus celulares o aplicativo o *Solar System Scope* (vide apêndice E) é um simulador 3D, interativo do Sistema Solar. Inicialmente explicamos para os alunos como funciona o simulador e após algum tempo deles se familiarizando com esse aplicativo, perguntamos o que acharam do *Solar System Scope* e as repostas foram unânimes que adoraram e que todas as aulas deveriam ser iguais a da professora.

4.6.7 SÉTIMO ENCONTRO: APLICAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO - TAPETE SOLAR

O sétimo encontro foi realizado no dia 4 de setembro de 2019, na aula anterior foi pedido para que os alunos trouxessem cinco perguntas objetivas com cinco alternativas cada sobre qualquer assunto do LD e um bombom de chocolate. As perguntas feitas pelos alunos foram lidas e selecionadas pela professora para serem utilizadas no jogo didático (vide apêndice E).

A turma foi dividida em três grupos de seis alunos e um grupo de sete alunos, em que apenas um aluno foi escolhido por seu grupo para ficar no Tapete Solar e os outros componentes do grupo poderiam ajudá-lo.

Cada grupo foi identificado por um crachá e por uma cor e teve o nome de uma constelação, como o grupo 1 (cor marrom) se chamava Andrômeda, grupo 2 (cor verde) Cruzeiro do Sul, grupo 3 (cor preta) Órion e o grupo 4 (cor laranja) Sagitário. Um banner foi exposto na sala de aula com as regras do jogo e com a legenda com as ações a serem realizadas. Os bombons de chocolate foram recolhidos no início da aula para serem entregues ao grupo vencedor. O Tapete Solar foi produzido pela professora utilizando TNT vermelho, papel chamex colorido e figuras impressas que indicavam as ações a serem realizadas.

O Tapete Solar é um jogo didático sobre os conteúdos do Livro Digital, que consistia em caminhos de cores com ações a serem realizadas pelos jogadores com o objetivo de revisar

os assuntos tratados no LD e avaliar o conhecimento teórico adquirido pelos estudantes, sendo utilizado como sinônimo de ludicidade permitindo, assim, que o aluno desenvolvesse sua capacidade intelectual, afetiva, motora e social.

A aprendizagem é dita significativa quando a tarefa potencialmente significativa, dada por recepção ou descoberta, relaciona-se significativamente com os conhecimentos que os alunos já traziam ao longo desses meses estudando os assuntos tratados no LD como uma forma de ancoragem.

De acordo com Moreira (2011), a aprendizagem significativa acontece por meio da interação entre as novas informações apreendidas e os conhecimentos prévios do aprendiz, a partir de uma relação não-arbitrária e substantiva.

Foto 21: Aplicação do jogo



Foto 22: Aplicação do jogo



Foto 23: Aplicação do jogo



Foto 24: Jogo Tapete Solar



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2019)

Em análise aos estudos realizados, entendemos que a partir dessa relação não-arbitrária e não-literal, tanto a nova informação sobre os conceitos de Astronomia e Gravitação Universal como as que serviram de ancoradouro, ou seja, de subsunçores, modificaram-se e os novos

significados na mente dos alunos adquiriram maior estabilidade, assim os mesmos tinham facilidade ao entender e responder às perguntas feitas no jogo.

4.6.8 OITAVO ENCONTRO: AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA

No oitavo encontro no dia 11 de setembro de 2019, aplicamos um questionário (vide apêndice F), composto por 8 (oito) perguntas sobre o uso dessa metodologia, solicitando que os estudantes atribuíssem nota de 1 (um) a 5 (cinco) pontos a cada uma, conforme seu grau de concordância, assim os participantes da pesquisa poderiam avaliar a utilização do Livro Digital como recurso metodológico. As respostas às sentenças, fornecidas pelos participantes da pesquisa, foram discutidas na seção 5 (cinco), nesse dia havia 25 alunos.

Foto 25: Turma do primeiro ano



Fonte: Arquivo da pesquisadora (2019)

5 DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS À CONSTRUÇÃO DE SUBSUNÇORES: análise e discussão dos dados

A análise dos resultados foi realizada a partir dos aportes teóricos da Análise Textual Discursiva (ATD) proposta por Moraes e Galiazzi (2007; 2011; 2016) que tem sido uma escolha de destaque como metodologia de análise de informações textuais, especialmente em investigações do campo das Humanidades e Educação em Ciências. De acordo com Moraes (2003), a Análise Textual Discursiva é descrita como um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significados.

Essas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pela pesquisadora. Neste movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor exercita-se a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto.

Depois da realização desta unitarização, que precisa ser feita com intensidade e profundidade, passa-se a fazer a articulação de significados semelhantes em um processo denominado de categorização. Neste processo reúnem-se as unidades de significados semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise.

A Análise Textual Discursiva tem no exercício da escrita seu fundamento enquanto ferramenta mediadora na produção de significados por isso, em processos recursivos, a análise se desloca do empírico para a abstração teórica, que só pode ser alcançada se o pesquisador fizer um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos. Esse processo todo gera meta-textos analíticos que irão compor os textos interpretativos.

Desse modo, segundo Moraes (2003), pesquisas qualitativas têm cada vez mais se utilizado de análises textuais. Seja partindo de textos já existentes, seja produzindo o material de análise a partir de entrevistas e observações, essa pesquisa com abordagem qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que foram investigados a partir de uma análise rigorosa e criteriosa desse tipo de informação, isto é, não pretendemos testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa, a intenção é a compreensão considerando o material produzido pelos interlocutores, os autores com suas abordagens científicas, a interpretação e os argumentos da pesquisadora.

Nesse sentido, considerando a natureza social do objeto em estudo, ancorada na concepção de ensino e aprendizagem como construção, possibilitada pelo uso do Livro Digital, procuramos extrair das situações e experiências no campo, elementos em que se revelassem as relações professor-aluno-metodologia e que apontassem os sentidos atribuídos por esses

sujeitos às ações educativas externas e internas à metodologia proposta. Dessa forma, olhamos para os procedimentos, posturas e atitudes dos discentes durante as aulas de Física ministradas através de atividades aplicadas distintas.

As observações cujos achados são descritos nas subseções precedentes tiveram como objetivo a aquisição de uma visão compreensiva acerca de como o ensino de Física tem se desenvolvido, tomando o espaço de observação como recorte da realidade em que este ensino se insere: a sala de aula, determinada por múltiplas variantes, cognitivas, sociais, afetivas e teóricas.

5.1 SENTIDOS EXTRAÍDOS DA OBSERVAÇÃO SISTEMÁTICA NÃO PARTICIPANTE

As observações das aulas dos dois professores de Física Newton e Kepler (pseudônimos) realizadas em 8 aulas nos meses de outubro e novembro de 2018, foram analisados os seguintes critérios: introdução da aula, quantidade de alunos, a organização dos alunos em sala de aula, a importância dos conteúdos de Gravitação Universal e Astronomia, a abordagem desses conteúdos, os recursos didáticos utilizados, as estratégias de ensino adotadas para envolver os alunos e dinamizar as aulas, a relação dos conteúdos da Física com o cotidiano dos alunos, a síntese das aulas, a avaliação da aprendizagem.

O professor Newton é muito brincalhão e suas aulas divertidas, começou a aula fazendo algumas perguntas como: *Vocês sabem como surgiu o Universo? E as estrelas? Qual a importância de estudarmos tudo isso? Para onde vamos? O que somos? Para onde iremos?* Os alunos começaram a expressar as suas opiniões e o professor fez o papel de facilitador, mediador.

Em seguida, começou o assunto falando sobre a origem do Universo, como se formou, o nascimento, morte das estrelas e desafiando os alunos a participarem da aula, por fim, iniciou o assunto de Gravitação Universal com a história da ciência e a contribuição dos pensadores para se chegar nessa teoria. Os alunos demonstraram interesse e motivação.

A turma continha 45 (quarenta e cinco) alunos e ele utilizou pincel, quadro branco e sempre relacionava o conteúdo da Física com o cotidiano dos alunos e ao final de cada aula resumia todo o conteúdo e passava atividade para casa, a ser entregue na aula seguinte. Todas as aulas desse professor eram incentivando os alunos a construir o seu próprio conhecimento.

Por conseguinte, o professor Kepler ministrou aulas conteudistas que reduziam a Física ao formulismo gerando alunos passivos, entediados e pouco preocupados com a aula. A turma

continha 42 (quarenta e dois) alunos e o mesmo utilizou pincel e quadro branco priorizando cálculos e pedindo para que os alunos reproduzissem em seus cadernos, e não fazia síntese das aulas ao final e não relacionava os conceitos da Gravitação Universal com o cotidiano dos alunos e se restringia apenas a mencionar o que estava no livro didático e percebemos como os alunos estavam dispersos. O cálculo era o fator predominante em todas as aulas observadas desse docente.

Diante do exposto, no que concerne à metodologia e relação professor-aluno-conteúdo, depreendemos que a aula de Kepler aproximou-se da abordagem newtoniana-cartesiana, posto que os procedimentos pautaram-se na repetição e reprodução dos conhecimentos apresentados pelo professor. Em contraponto, compreendemos que, numa perspectiva holística do processo de ensino e aprendizagem, os saberes da Física devem ser discutidos, questionados e problematizados, dando ao professor e aos seus alunos a possibilidade de confrontar os saberes teóricos com a própria realidade de que estes participam.

Vislumbramos, na ação didática do docente Kepler a concepção ancorada no paradigma tradicionalista, que busca transmitir os conteúdos de maneira que os alunos reproduzam e repitam o modelo proposto (MIZUKAMI, 1986).

Conforme presenciamos, esta abordagem conservadora, em que as metodologias utilizadas pelo docente Kepler estava assenta na reprodução (BEHRENS, 2011), constituía não apenas as ações do professor, mas refletia-se nas posturas dos educandos, sempre dispostos a copiarem os conteúdos conforme expostos na lousa.

Desse modo, para Mizukami (1986), nessa perspectiva racionalista, o aluno tem como função realizar suas tarefas, sem questionar seus objetivos, tendo na exposição do professor a principal referência de verdade em relação ao que deve aprender.

Tal enfoque, todavia, conforme depreendido da aula observada, é contrário à visão paradigmática do Paradigma Emergente, que se aproximou das aulas do professor Newton, cujo entendimento ancorou-se na perspectiva da educação voltada para a construção do conhecimento.

Nessa nova concepção, o aluno foi desafiado durante o processo de ensino e aprendizagem, de modo que conseguiu trilhar seus próprios caminhos e vivências, que lhes foram significativas em busca da aprendizagem, sendo o professor um encorajador deste processo (LIBÂNEO, 1991).

Conforme elucidada Capra (1996), o novo paradigma pode ser chamado de uma visão de mundo holística, que concebe o mundo todo integrado, e não como uma coleção de partes

dissociadas. Pode, também, ser denominado como visão ecológica, se o termo “ecológico” for empregado em um sentido mais amplo e mais profundo que o usual.

5.2 EXPRESSANDO OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS PARTICIPANTES

Acionar os conhecimentos prévios possibilitam a relação do aluno com o que será ensinado e deve ser aproveitado pelo professor, no decorrer do processo. Para isso, utilizamos um questionário com perguntas abertas possibilitando ampla liberdade nas respostas.

Na experiência que vivenciamos no C.E Francisco Gonçalves Magalhães em Coroatá, Maranhão, com a finalidade de desenvolver e aplicar o LD para uma turma de primeiro ano de Ensino Médio, a reação de surpresa destes quando, logo na primeira aula da unidade, ao pedir o questionário que tem no início do LD, uma aluna indagou “*Professora, esses assuntos não são vistos não é em Astronomia? O que Física tem a ver com isso?*” Isso demonstrou a predominância, na sua trajetória escolar, de uma rotina na utilização de métodos e técnicas arraigadas no ensino da Física, desempenhado de modo hermético, sem estabelecimento de interlocução com outras áreas do conhecimento.

Assim, é que a ideia de relacionarmos os conhecimentos da Física, da Astronomia e da tecnologia, pareceu, ao primeiro momento para os estudantes, algo ambivalente, conforme apreendido da fala de um aluno “*Professora, mas Astronomia estuda o Universo e Física só mexe com conta*”. Na declaração do estudante, chama a atenção o aspecto reducionista como a Física é compreendida pelos discentes, que a têm como uma espécie de disciplina concentradora de cálculos.

Segundo Behrens (2011), os alunos estão acostumados a cumprir tarefas repetitivas que, muitas vezes, não apresentam sentido ou significado para quem as realiza. Para os autores Canalle e Nogueira (2009, p. 19), a Astronomia é o “estudo dos corpos celestes”. Depreendemos, portanto, como o aluno falou, que o Universo também é objeto de estudo da Astronomia, assim como tudo que existe nele e que o conhecimento do aluno, em relação à Astronomia, não está só baseado no senso comum, mas no que concerne a Física, equivocado ao tratá-la apenas como cálculo, sendo que essa ciência está aplicada em várias áreas do conhecimento como na medicina, biologia, química, engenharia.

Diante da realidade supracitada, o desenvolvimento e aplicação do LD com esses educandos não simbolizaram uma ruptura integral com os métodos convencionais de ensino. Outrossim, buscamos implementar na sala de aula um instrumento adicional que proporcionasse um ambiente de aprendizagem significativa, participativo e integrador para

esses alunos e a ideia de que é possível aprender Física compreendendo os fenômenos ao seu redor.

O questionário (vide apêndice A) - os alunos baixaram do LD para os seus celulares o questionário e puderam respondê-lo, nesse ambiente virtual, adicionando comentários. Como defende Moraes (2003), a ATD funda-se na ideia de que escrita e pensamento andam juntos e que se escreve para pensar. As perguntas foram respondidas e depois fizemos uma Roda de Conversa para que as respostas fossem socializadas, partimos, dessa forma, de uma leitura superficial das respostas dos alunos para chegarmos em uma diversidade de significados.

Primeiramente, fizemos uma desmontagem das respostas dos discentes examinando-as detalhadamente e conforme Moraes (2003), a desmontagem dos textos é também denominada de processo de unitarização e implica em examinar os materiais em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados.

Nesse sentido, os alunos com a professora participaram de uma discussão sobre as suas respostas. As perguntas geraram outras curiosidades interessantes, “*Como surgiu o Universo?*”, dezessete alunos responderam que foi o *Big Bang* e cinco alunos responderam que foi Deus.

De acordo, com as respostas dos alunos, temos duas versões uma que é a teoria do *Big Bang*, a mais aceita atualmente pela ciência para explicar a origem do Universo e conforme Canalle e Nogueira (2009, p. 48), “o *Big Bang* é a explosão de uma região infinitamente pequena em que toda a matéria e a energia do Universo estariam reunidas antes do início da expansão”, e a outra do criacionismo cristão, Deus que criou essa imensidão do Universo e tudo que nele existe, como discorre Martins (2004), sobre essa questão o criacionismo é uma concepção que recusa a teoria de Darwin acerca da evolução das espécies e propõe em seu lugar uma interpretação praticamente literal da Bíblia, tomando como base o livro de Gênesis que afirma que foi Deus quem criou inicialmente o mundo e logo depois também o homem, à sua imagem e semelhança.

Nessa perspectiva, sabemos que nesse campo de debates não predominaram apenas razões intelectuais que levaram a certas concepções a ganharem espaço que não dispunham anteriormente, mas o contexto social e o cotidiano desses alunos. A resposta criacionista desses estudantes revela a influência, sem dúvida mediatizada, de um certo contexto social que insiste em se manifestar mesmo no interior de uma discussão aparentemente tão distante deste tipo de determinação. Podemos perceber o impacto religioso na vida desses adolescentes e que, apesar deles terem ouvido sobre o *Big Bang*, defenderam a sua opinião.

Na pergunta seguinte: “*Como é a Lua?*”, todos os alunos descreveram a Lua exatamente como enxergam “uma bola branca (quando está cheia), cheias de buracos e às vezes só aparece um pedaço da Lua no céu e quando estão caminhando parece que a Lua os persegue”, e alguns acrescentaram ainda que tem um santo morando nela. Nesse momento, podemos perceber que as respostas dos alunos são baseadas naquilo que eles conseguem enxergar, e como pensa Boaventura (2013) é preciso recordar que o senso comum e as crenças, às vezes desprezados como conhecimento falso, são uma fonte ilimitada de novos conhecimentos.

Apesar de o conhecimento dos alunos não ter passado do empirismo, todos eles já tinham percebido a Lua, e como afirma Milone et al. (2003), a Lua foi o segundo astro a ser percebido, visto que ilumina a escuridão da noite, principalmente em sua fase cheia e de acordo com Canalle e Matsuura (2007), a impressão que os alunos tiveram, que somos estacionários e que os astros descrevem o movimento diurno em torno de nós, é, na verdade, um movimento aparente que resulta da rotação da Terra.

Além do mais, a lenda de que o santo mora na Lua pode ter raízes brasileiras: na Umbanda, São Jorge corresponde a Ogum, o santo da guerra. Esse orixá tem energia masculina, o que o fez buscar vibrações femininas na Lua. Conforme Milone et al. (2003, p.41) “a Lua é o único satélite natural da Terra”. E “as partes da Lua” que os alunos chamaram, na verdade, são as fases da Lua que correspondem aos diferentes aspectos com que esta se apresenta no céu ao longo das noites e dos “dias claros” de um mês (MILONE et al., 2003).

Por conseguinte, na questão “*O que é o Sol?*”, vinte e um alunos responderam que é uma estrela e apenas um aluno colocou que é um planeta. Segundo Milone et al. (2003), o Sol provavelmente foi o primeiro astro a ser notado. Nesse momento o conhecimento que os alunos detêm sobre o Sol deixou de ser baseado apenas no senso comum e começou a se tornar científico, visto que a maioria conseguiu relacionar o Sol com uma estrela e como afirmam Canalle e Nogueira (2009), o Sol é uma estrela central do Sistema Solar de sequência principal de tamanho e luminosidade médios e é apenas uma de 200 bilhões de estrelas existentes no Universo.

Além disso, continuamos a discussão do questionário com o seguinte questionamento, “*As estrelas nascem e morrem?*”, essa pergunta gerou um verdadeiro alvoroço na sala, sendo que doze alunos responderam que não, sete colocaram que sim e três que não sabiam. A ideia de que uma estrela assim como os seres humanos têm um ciclo de vida, nascem, evoluem e morrem foi nova para eles, despertou o interesse dos mesmos que foi facilmente percebido pela concentração, atenção e silêncio quando a professora falava sobre tal assunto.

Ao falar sobre o nascimento e morte das estrelas uma aluna perguntou: “*Mas prof. você tem certeza disso? E como é que esse povo sabe? Eles já viram uma estrela nascendo ou morrendo?*” Nesse momento, percebe-se que apesar de pesquisas durante vários anos e de todo material que é utilizado para investigar os céus ainda há dúvidas, isso se deve à falta de incentivo a pesquisa e ao estudo de certos temas muito importantes e que são pouco abordados em sala de aula.

Assim, foi falado para os alunos que as galáxias começaram basicamente como nuvens gasosas, e foi nelas que nasceram as primeiras estrelas. Conforme o gás começa a se agregar por conta da gravidade, passa a se compactar. A compactação segue em ritmo crescente até que, em seu núcleo, a pressão leva à realização de fusão nuclear, nasce uma estrela (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

Logo em seguida, um aluno perguntou: “*Professora e quando uma estrela morre no que ela se transforma?*” Depende da massa da estrela se sua massa for algumas vezes maior que a do Sol, ela explodirá na forma de uma Supernova que pode se tornar uma estrela de nêutrons ou um buraco negro, mas sua massa for menos que oito vezes a massa do Sol se tornará uma Anã Branca (CANALLE; NOGUEIRA, 2009). O entusiasmo dos estudantes pela Física só aumentou.

Por conseguinte, prosseguimos com os questionamentos “*O Sol é maior que a Terra?*” quinze alunos responderam que sim e sete alunos que não. Então, começamos a fazer várias indagações e através das interações com ideias de outros participantes como modo de continuar a produzir ideias chegamos a uma resposta que causou encantamento e, ao mesmo tempo, surpresa nos discentes, a sugestão de produzir novas ideias pontua outro esforço de expressar o que se pensa sobre o tema de estudo em uma lógica de que o escrever e o pensar são atividades embricadas.

Nesse ínterim, percebemos que tudo pode ser questionado, desde que se tenha a possibilidade de selecionar metodicamente o que se vê. Assim, quaisquer crenças, como, por exemplo, acreditar que um santo mora na Lua ou na eficácia de um método didático, pode tornar-se uma pergunta de pesquisa, então começamos o processo que Moraes (2003) chama de estabelecimento de relações que é o processo denominado de categorização, implicando construir relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as no sentido de compreender como esses elementos unitários podem ser reunidos na formação de conjuntos mais complexos, as categorias.

Então, partimos da ideia que ele tinha como base e a partir da discussão na Roda de Conversa com os outros alunos, estabelecemos relações e combinando-as foi possível os

discentes chegarem a uma resposta que o Sol é bem maior que a Terra e que só o enxergamos menor por causa da distância que está da Terra.

Nesse momento, insistimos que no início de uma produção reconstrutiva, ao responder o questionário, os estudantes manifestaram suas crenças, conhecimentos prévios e convicções sobre os temas trabalhados, valorizamos e exploramos a riqueza de conhecimentos do senso comum e prévios dos alunos e foi possível perceber que as manifestações iniciais não se restringiam necessariamente ao senso comum, alguns alunos já traziam uma aproximação com conhecimentos científicos.

5.3 OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE DURANTE A UTILIZAÇÃO DO LIVRO DIGITAL EM SALA DE AULA

Conforme explicitado na seção 4 (quatro) deste trabalho, utilizamos a experiência de produzir um Livro Digital *Desvendando os Mistérios do Infinito*, com os alunos, pois, apesar de apresentarmos uma versão inicial do Livro Digital aos discentes, muitas sugestões, curiosidades foram incorporadas ao Livro que abordou os conceitos de Astronomia e Gravitação Universal.

O percurso assim trilhado nos permitiu obter compreensões sobre a influência da metodologia para a construção da aprendizagem dos participantes, através tanto das ações processuais como do produto obtido, o Livro Digital. Para que a aprendizagem seja realmente significativa, o professor deve ir além da simples transmissão de conteúdo, ele deve traçar estratégias e situações que motivem o aluno na perspectiva de aquisição de conhecimentos relevantes à sua necessidade.

Além disso, para ser alcançado, professores de Física enquanto educadores da etapa final da educação básica, nos predisponhamos a trilhar caminhos metodológicos inovadores, que partam de uma matriz fomentadora de autonomia nos estudantes, assumindo que estes sujeitos são dotados de talentos, capacidades, aspirações, profissionais e pessoais (LIBÂNEO, 1991).

Dessa forma, a educação que recebem deve partir do entendimento de que aquilo que aprendem na escola tem um propósito bem definido na consolidação da sua missão de vida, ainda que muitos, no momento em que se encontram na instituição escolar, ainda não tenham plena consciência dessa necessidade.

Nessa perspectiva, ao delinear o objeto do presente estudo, transportando-o para a sala de aula, fundamentamos nossas ações no pressuposto supracitado, pois, quando lançamos

mão do Livro Digital (LD) como recurso educativo, não apenas para ser lido, mas também construído e compreendido, intuímos evidenciar para os alunos outras dimensões que dialogam com a Física, desmistificando o entendimento que ela se trata apenas de uma disciplina teórica e matemática, cujas aplicações se encerram em modelos ideais, encontrados nos exercícios impressos nos livros didáticos.

Face o exposto, a operacionalização deste projeto foi possível por meio do fomento do trabalho em equipe, a partir da formação de grupos de trabalho, que partilhavam tarefas e responsabilidades sobre segmentos dos conteúdos lecionados. À medida que avançávamos no conteúdo teórico da unidade, essas equipes de trabalho desenvolviam atividades direcionadas de leitura, escrita e produção textual, atividades essas que estão ao final de cada capítulo do LD.

Destacamos que neste momento a valorização da autonomia (FREIRE, 1975; CAPRA, 1996) dos educandos como sujeitos capazes de construir o seu conhecimento, de modo que cada atividade produzida do LD representou a organização do pensamento.

Nesse ponto, notamos em muitos momentos que os alunos manifestavam dificuldades em expressar-se textualmente, não só por dificuldades no domínio da Língua Portuguesa, mas por demonstrarem que não estavam habituados a produzir conteúdo, quanto mais no contexto de uma disciplina, muitas vezes estereotipada pelo seu aspecto matemático. Todavia, à medida que os alunos tentavam sanar dúvidas sobre qual seria a melhor forma de expressar textualmente uma ideia, iam, progressivamente, desenvolvendo uma relação harmoniosa com o conteúdo ministrado.

O processo de ensino e aprendizagem construído desta forma com a tecnologia contribuiu não apenas para aquisição de dados isolados, mas possibilitou a formação de toda uma rede de saberes interligados, que se constitui em conhecimento necessário à compreensão do mundo em sua complexidade.

Além do mais, compreendemos que, assim como explica Osório (2002), ao defender um ensino voltado para a compreensão da tecnologia e da sociedade, a Física, na educação básica, não deve se desviar de aproximar os estudantes dos produtos que ela contribuiu para que existissem, aplicando-se, de forma análoga, à química e à biologia.

Nesse aspecto, na experiência que delineamos para ser usada em sala, presenciamos, no uso de recursos simples, como papel peso 40 e tintas guache (segundo encontro), os alunos fizeram pinturas do céu visto à noite. O LD, através do protagonismo assumido pelos alunos em sua construção do conhecimento, oportunizou uma mobilização coletiva em torno do compartilhamento de conhecimentos emanados, inicialmente, no contato com a sala de aula,

com o professor, os quais, tornando-se objeto de investigação, passaram a fazer parte da base conceitual por meio da qual os alunos problematizaram, utilizando a escrita, a leitura, produção de mapas conceituais, jogo e dentre outras atividades.

O Livro Digital, durante todo seu percurso metodológico, assim como o seu resultado, possibilitou mapearmos um conjunto de evoluções que apontam para um avanço significativo no processo de ensino e aprendizagem de Física. Esse mapeamento, possibilitado pela observação-participante, pode ser visto nas subseções seguintes.

5.3.1 INTERAÇÕES COM AS IDEIAS DE OUTROS PARTICIPANTES

Após a explanação do primeiro capítulo do Livro Digital, ainda no primeiro encontro, cada aluno fez um mapa conceitual. Eles fizeram mapas conceituais de vários tipos com balões, losangos, retângulos, uns pareciam árvores, uns foram bem coloridos, outros mais simples, mas o que chamou atenção foi a concentração e a atenção ao fazer o mapa conceitual sobre a origem do Universo do ponto de vista da ciência.

Assim, desafiamos cada participante a interagir e dialogar com as ideias de pelo menos um dos outros participantes da sala de aula. Para isso, combinamos que cada um interagisse com os argumentos propostos no mapa conceitual do colega, reconstruindo-os, ampliando-os, num exercício de integrar as próprias ideias com as do colega, seja por contraposição, por inclusão, etc.

Nesse sentido, cada nova ideia produzida teve novo código de identificação e novo título. Foi produzido um novo mapa conceitual com as ideias reconstruídas e entregue para a professora. Além deste diálogo reconstrutivo com um dos colegas, cada participante podia ainda escolher mais outro colega com quem desejaria dialogar, especialmente tendo em vista os argumentos propostos pelo colega e proceder do mesmo modo para disponibilizar suas reconstruções no grupo. Da interação dos colegas foi possível perceber que os mapas conceituais ficaram mais completos e organizados de forma clara e coerente.

Desse modo, as ideias produzidas nos mapas conceituais foram bem diversificadas o que proporcionou uma melhor produção coletiva e conhecimento entre os alunos. Por ser singular e dinâmico, o caminho do pensamento não pode ser dirigido de fora, mas precisa ser construído no próprio processo, pelo próprio sujeito (GALIAZZI; MORAES, 2007).

Compreendemos que os equívocos, inquietações e êxitos dos integrantes que fazem parte da trajetória da pesquisa propiciaram a emergência de outras oportunidades e possibilidades de vislumbrar novos caminhos para uma aprendizagem significativa.

5.3.2 APRENDER NA PARTICIPAÇÃO TRANSFORMA

Antes de iniciar o capítulo 2 (dois), foi passada aos alunos uma proposta de pesquisa em grupo para que redigissem um texto com pelo menos duas páginas sobre o nascimento e morte das estrelas o qual foi enviado para o *e-mail* da professora. Nos textos enviados, os alunos expressaram de forma livre as suas opiniões, com recursos linguísticos regionais mostrando uma abordagem da Física como um corpo de conhecimentos que é, ao mesmo tempo, universal e local, mostrando, tanto para o aluno que escreve quanto para o leitor, o seu valor prático. Mas dois grupos só fizeram cópia de textos que encontraram na *internet*.

Nesse momento, esses alunos não questionaram criticamente o que estavam pesquisando, mas só reproduziram o que foi encontrado na *internet*, sem margem para interpretações ou questionamentos. Na visão de Kogut (1998), este é um cenário típico que diverge de uma compreensão de educação ancorada no ensino com pesquisa, onde o aprendiz é constantemente instigado a elaborar perguntas, participar, e, neste sentido, “dissecar” o objeto do conhecimento.

Então, constatamos haver necessidade de promoção da leitura e escrita dentro de aulas de Física, assumindo-se esta tarefa como um mecanismo de fortalecimento do ensino, por meio da compreensão das aplicações dos conteúdos ensinados em situações reais, e de modo a estender a aprendizagem para além da sala de aula.

Dessa forma, ao passarmos essa atividade, antes de iniciarmos o capítulo dois, estávamos utilizando os organizadores prévios que são materiais introdutórios (organizadores) de maior nível de abstração, generalidade e inclusividade do que o novo material que vai ser aprendido, sendo, portanto, introduzido antes do próprio material de aprendizagem e distintos de sumários que são apresentados no mesmo nível de generalidade. (AUSUBEL; HANESIAN; NOVAK 1980).

Ao final da exposição do capítulo dois, os alunos montaram grupos e foram realizar as atividades. Nesse momento, foram exploradas várias habilidades nos alunos como a pintura, a escrita, a leitura, a criatividade e a interação com os colegas. Os alunos estavam bastante participativos e animados, demonstrando afinco e terminaram cada tarefa com êxito.

Na quarta atividade do LD, os alunos foram levados para a biblioteca, sob a mediação da professora, delinearam uma pequena pesquisa sobre as constelações Cruzeiro do Sul e Sagitário, realizada dentro do espaço escolar. Os resultados foram discutidos pelos alunos.

Assim, a inserção dos sujeitos nesta atividade possibilitou que estes vivenciassem procedimentos de pesquisa, essenciais ao desenvolvimento autônomo do estudante, num percurso de aprender a aprender.

No terceiro encontro, os alunos tiveram contato com vários tipos de atividades como filme, cruzada, produção de texto, bolas de isopor. Os assuntos abordados no terceiro capítulo foram vistos em anos anteriores então pareceu bem mais fácil. E o texto produzido nesse encontro pelos alunos mostra uma realidade bem diferente do primeiro texto que produziram com coerência e alinhamento entre as ideias.

A diversificação de atividades possibilitou aos alunos a construção dos conhecimentos de maneira mais divertida e integradora, despertando muitas vezes o interesse que é desgastado com apenas a exploração matemática do conteúdo. Não ocorreu no trabalho uma desvalorização da matemática no ensino, muito pelo contrário, o principal foco foi a inserção de diferentes estratégias a fim de estimular o ensino utilizando recursos presentes no cotidiano dos alunos, permitindo assim a exploração de uma forma mais ativa por parte destes.

Além disso, no quarto encontro foi abordado o capítulo 4 (quatro) do LD. Os alunos tiveram contato com a história da ciência, houve uma discussão histórica a respeito das mudanças de paradigmas, como no caso das ideias aristotélicas, com o advento da revolução newtoniana e a queda do geocentrismo.

Esse capítulo do LD levou a enriquecedores debates de diferentes concepções, certas ou erradas do ponto de vista científico, permitindo a chegar a perguntas como: *“Por que um corpo sempre cai?”* A maioria dos alunos respondeu que é por causa da gravidade.

Nesse encontro, percebemos que a maioria dos discentes já tinham os subsunçores para a construção de seu próprio conhecimento, apesar de alguns ainda estarem baseados no senso comum.

Desse modo, antes de iniciarmos esse debate sobre a história da ciência, os alunos apresentaram um seminário. Cada grupo fez a exposição sobre um planeta do Sistema Solar, que foi escolhido por um sorteio e teriam que abordar alguns tópicos previamente estabelecidos pela professora. Nesse momento, os alunos estavam bastante confiantes demonstrando domínio de conteúdo e muito menos tímidos e com o prazer de mostrar o conhecimento que adquiriram no decorrer do estudo com o LD e percebemos evidências de uma aprendizagem significativa.

No quinto encontro, os alunos apresentaram a maquete do Sistema Solar, sendo que alguns critérios, como domínio de conteúdo, criatividade, foram avaliados pela professora e os discentes produziram trabalhos belíssimos. Utilizaram bolas de isopor de diferentes tamanhos para representar o Sol e os planetas, fitas de LEDs ou pequenas lâmpadas para iluminarem o

Sistema Solar. As apresentações foram impecáveis e ainda trouxeram e explicaram várias curiosidades acerca dos planetas como: “*Por que Vênus apesar de não ser o planeta mais próximo do Sol é o mais quente? Qual a estrela mais brilhante do Sistema Solar? Por que Vênus ficou conhecida como Estrela D’Alva? É possível ter vida em Marte? Nos planetas gasosos é possível atravessá-los?*”.

Diante do exposto, percebemos que os alunos estavam fazendo uso de subsunçores a partir de um conceito geral como Universo (já incorporado pelo aluno) o conhecimento pôde ser construído de modo a ligá-lo com novos conceitos como galáxias, planetas e estrelas facilitando a compreensão das novas informações, como o Sistema Solar, o que dá significado real ao conhecimento adquirido. As ideias novas só podem ser aprendidas e retidas de maneira útil caso se refiram a conceitos e proposições já disponíveis, que proporcionam as âncoras conceituais (AUSUBEL, 1980).

Por conseguinte, após as apresentações, continua a incrível viagem pela história da ciência com as seguintes indagações: *Isaac Newton foi realmente importante para a ciência? Como você imagina um cientista? Um cientista sempre trabalha sozinho?*

Na primeira pergunta, *Isaac Newton foi realmente importante para a ciência?* Todos responderam que sim, apesar de muitos não conhecerem as contribuições de Isaac Newton para a ciência, mas já tinham ouvido falar que ele era um gênio, daí sua importância. Na pergunta seguinte, *Como você imagina um cientista?* Os alunos colocaram que é um homem, inteligente e louco, de acordo com Pérez et al. (2001), essa é uma das visões deformadas da ciência que tratam o cientista como uma figura sempre masculina, solitária, um ser humano alheio à sociedade.

No questionamento, *Um cientista sempre trabalha sozinho?* Vinte um alunos responderam que sim e quatro alunos que não. Segundo Pérez et al. (2001), uma das visões deformadas da ciência mais frequentemente assinaladas pelos grupos de professores, alunos, e também uma das mais tratadas na literatura é a que transmite uma visão individualista e elitista da ciência. Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes.

Em particular faz-se crer que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou toda uma teoria. Muitas vezes insiste-se explicitamente em que o trabalho científico é um domínio reservado a minorias especialmente dotadas, transmitindo-se assim expectativas negativas à maioria dos alunos, com claras discriminações de natureza social e sexual (a ciência é apresentada como uma atividade eminentemente “masculina”), (PÉREZ et al., 2001).

Diante do exposto, os alunos chegaram a uma conclusão que o cientista é um ser humano normal e que qualquer pessoa pode se tornar um cientista(homens ou mulheres) e que, como todas as pessoas, eles precisam de uma equipe para auxiliá-los nas pesquisas, já que a maioria das pesquisas no Brasil são feitas nas Universidades por um professor.

No sexto encontro, fizemos a aplicação do júri simulado com o tema Heliocentrismo *versus* Geocentrismo, a professora assumiu a função de mediadora, organizando e estruturando as contribuições dos grupos.

Essa atividade engajou os alunos possibilitando o aprofundamento do tema proposto e foi capaz de desenvolver a argumentação do alunado, pois um dos maiores desafios enfrentados foi envolver os alunos nas atividades de sala de aula, tirando-os de suas posturas passivas. As atividades lúdicas podem ser uma maneira de despertar um interesse que é próprio do ser humano e que poderia permanecer latente caso só fossem utilizadas aulas expositivas (OLIVEIRA; SOARES, 2005).

Além do mais, essa também foi uma estratégia para diminuir o distanciamento entre a professora e alunos, que é resultado do caráter formal da sala de aula convencional. Durante a apresentação dos argumentos por parte dos grupos, a professora atuou como uma intermediária, solicitando por mais elaboração dos argumentos e instigando os alunos a refletirem sobre as implicações do que foi dito.

Assim, possibilitou aos alunos pesquisarem e estabelecerem relações entre assuntos e contextos para apresentarem argumentos a favor ou contra o tema apresentado, permitindo o desenvolvimento de habilidades argumentativas, já que objetiva a discussão, e assim, demanda que os alunos exponham seus argumentos e refutem os argumentos do grupo rival (VIEIRA et al., 2014).

Face o exposto, o júri simulado propiciou aos estudantes a vivência da prática científica, no sentido de debater, posicionar-se e defender ideias. Esta habilidade também é importante para o desenvolvimento da cidadania dos estudantes, pois a capacidade argumentativa é crucial para o exercício da cidadania nos espaços públicos de poder.

Após o júri simulado, os alunos baixaram em seus celulares o simulador 3D *Solar System Scope* que trata do Sistema Solar e traz informações sobre todos os planetas e estrelas existentes nesse Sistema e pode ser acessado tanto *online* quanto *off-line*. Os alunos ficaram impressionados com o que eles poderiam fazer nesse simulador.

No encontro seguinte, foi o jogo conhecido como Tapete Solar que foi utilizado como sinônimo de ludicidade permitindo, assim, que o estudante desenvolvesse suas capacidades intelectuais, afetivas, motoras e sociais favorecendo sua formação crítica, criativa e consciente,

oportunizando o desenvolvimento do pensamento e da inteligência, possibilitando um ambiente agradável, estimulando a aprendizagem significativa.

Nessa perspectiva, o jogo facilitou o processo de ensino e aprendizagem, como instrumento metodológico prazeroso, interessante e desafiante, tornou-se um rico recurso para a construção do conhecimento dos alunos. Como ilustra Luckesi (2000, p.97), a ludicidade “[...], é representada por atividades que propiciam experiência de plenitude e envolvimento por inteiro, dentro dos padrões flexíveis e saudáveis”.

Esse jogo, foi a atividade integradora de todos os conteúdos do LD, pois os mesmos elaboraram cinco perguntas objetivas dos quatro capítulos e percebemos que a utilização desse recurso exerceu influência na aprendizagem e propiciou aos alunos o desenvolvimento de suas capacidades, possibilitando uma aprendizagem que tenha realmente significado. Como defende Ausubel (2003, p. 196):

As intenções, num sentido muito real, são precursores de motivação de disposições mentais que mediam, de fato, os efeitos destes quer no que toca às ações pretendidas, quer, finalmente, no que toca a própria memória, facilitando a aprendizagem significativa.

Dentro dessa coordenada, entendemos que a aprendizagem é significativa quando as práticas pedagógicas priorizadas favorecem a mudança conceitual da estrutura cognitiva do aprendiz, por meio da interação entre as suas ideias prévias e as novas informações. Assim, o jogo Tapete Solar, enquanto um recurso pedagógico, propiciou o equilíbrio entre os conceitos novos e os já existentes, ao permitirem ao aluno o agir com o mundo e retirar desta relação novas informações, as quais possibilitaram a interpretação deste, gerando novas experiências.

Desse modo, compreendemos que, por meio desse jogo, o aprendiz desenvolveu a capacidade de exercer domínio sobre situações de aprendizagens. Assim, possibilitando uma maior humanização dos alunos, motivação, prazer e interesse, sendo esses também fatores para uma aprendizagem significativa.

Assim, os alunos demonstraram um domínio de conteúdo incrível que percebemos na fala, na escrita, nas indagações, no interesse pela leitura do LD e na postura que assumiram na sala de aula, com mais atenção, concentração, motivação e interesse pela Astronomia e Gravitação Universal.

A utilização desse material tecnológico gratuito, interativo, rico em informações e com atividades diversificadas permitiu aos estudantes uma exploração mais ativa, autônoma, consciente, possibilitando que os mesmos fossem os protagonistas para a construção de seu conhecimento, sendo que a professora tinha o papel apenas de mediação, orientação para que

os discentes obtivessem uma aprendizagem rica em significados e que realmente fizesse sentido para eles.

Em todas as situações inseridas do Livro Digital, constatamos que a aprendizagem ocorreu com maior participação dos estudantes. Nesse percurso, a sala de aula deixou de ser o único ambiente de aprendizagem, e a ela se juntaram outros espaços da escola, seus demais alunos, funcionários e professores, para ajudarem a formular uma compreensão de como a Física está implicada no dia a dia de todos. Temos presente que tal percurso de aprendizagem se fez expressivamente enriquecedor, na medida em que nele se revelaram novas formas de conectar a Física ensinada com aquela que é vivenciada.

Além do mais, somos seres mergulhados na linguagem e aprender significa estar imerso nela e por ela ser constituído. Os seres humanos se desenvolveram conseguindo produzir linguagem que carrega significados e, com isso, aprendemos significados. Essas atividades do Livro Digital mostraram que os participantes da pesquisa puderam expressar livremente o seu entendimento sobre o tema, pois foi objeto de reflexão e de reconstrução por todos os participantes. Lembrando que a ATD pode ser usada como metodologia de análise para pesquisa qualitativa, sendo os dados empíricos submetidos ao mesmo procedimento analítico sujeito (GALIAZZI; MORAES, 2007).

5.4 AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA PELOS ALUNOS

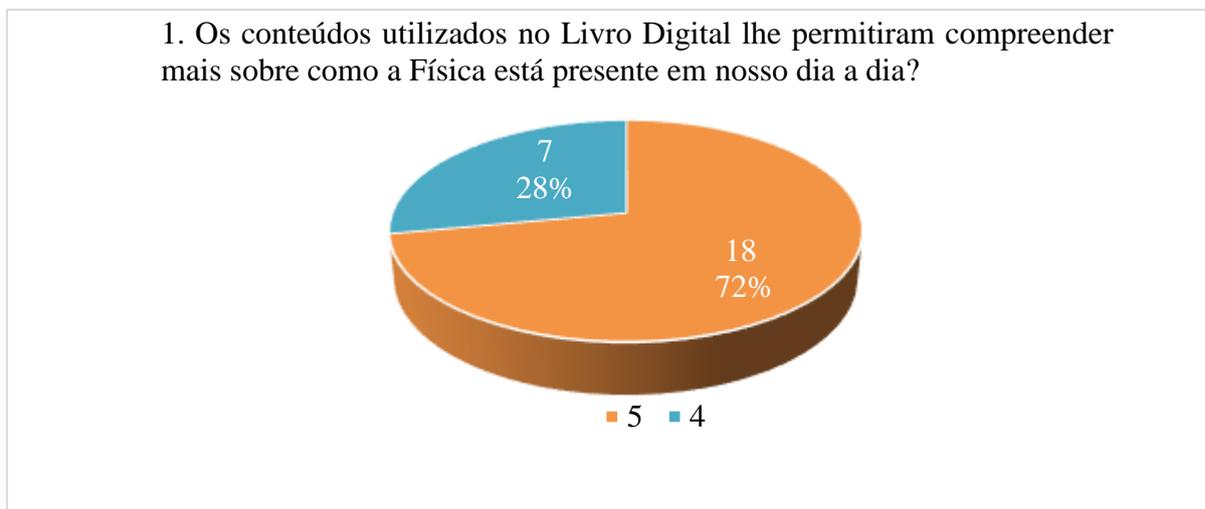
Nessa subseção são apresentados os resultados das respostas dadas pelos participantes ao avaliarem a utilização do Livro Digital no ensino de Física. Conforme explicitamos no item 4.4.2, o instrumento utilizado foi um questionário fechado (vide apêndice F) composto de 8 (oito) questões, em relação aos quais os alunos foram solicitados a expressar, através de notas, numa escala de 1 (um) a 5 (cinco), seu grau de concordância, de acordo com o seguinte padrão: 1 (discordo totalmente); 2 (discordo parcialmente); 3 (indiferente); 4 (concordo parcialmente) e 5 (concordo totalmente). As respostas dadas pelos sujeitos da pesquisa aos itens do questionário foram expostas por gráficos.

5.4.1 SENTIDOS ATRIBUÍDOS À CORRELAÇÃO ENTRE TEORIA E PRÁTICA

O item 1 do questionário solicitava que os alunos exprimissem seu grau de concordância acerca da aproximação da Física com o cotidiano proporcionado pelo Livro Digital. Conforme mostrado no gráfico 1, todas as respostas distribuíram-se entre os graus de concordância, sendo

assim 7 alunos colocaram 4 (concordo parcialmente) e 18 alunos puseram 5 (concordo totalmente), as respostas mostraram que a metodologia mostrou-se, para os sujeitos, propiciadora de diálogo dos conteúdos estudados em sala de aula com situações reais.

Gráfico 1 - Respostas do item 1



Fonte: autoria própria

Ao analisarmos os sentidos oriundos das respostas dos sujeitos a este questionamento, os alunos foram capazes de relacionar a teoria vista no Livro Digital com a realidade deles, assim a Física realmente fez sentido para eles e fizeram uso dos subsunçores vinculados a sua estrutura cognitiva para compreender os conceitos de Astronomia e Gravitação Universal (AUSUBEL,1980).

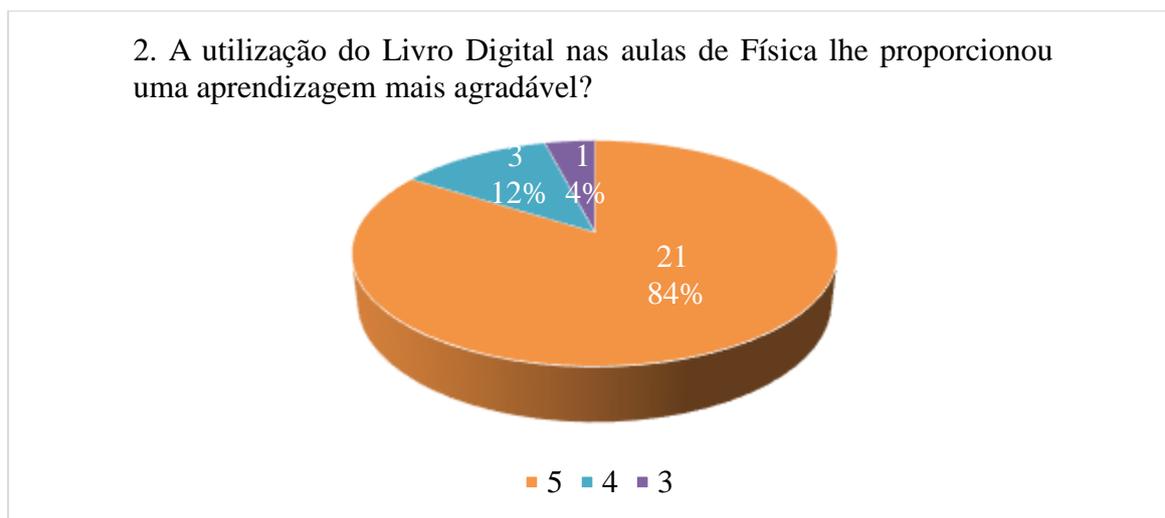
Desse modo, nos reportamos aos pressupostos do enfoque, Ciência, Tecnologia e Sociedade, defendidos por Bazzo, Pinheiro e Silveira (2007, p.74), os quais teorizam que há “[...] necessidade de renovação na estrutura curricular dos conteúdos, de forma colocar a ciência e tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social”.

Face o exposto, essa posição se confirma quando compreendemos a prática pedagógica, no que concerne às ciências da natureza, como a Física, como mecanismo propício para encorajar alunos e professores a trilharem novas perspectivas de trabalho, que não são restritas à mera reprodução de saberes acumulados ao longo da história, mas que, conforme defendem Moraes (1997) e Behrens (2011), possibilitem a cada um destes sujeitos perceber-se como participantes ativos da própria aprendizagem.

5.4.2 SENTIDOS ATRIBUÍDOS À EMPATIA E ACEITAÇÃO DA METODOLOGIA

O item 2 do questionário teve como objetivo avaliar o vínculo afetivo dos educandos com a metodologia, com vistas a explicitar categorias como aceitação, empatia e bem-estar do estudante durante o processo de ensino e aprendizagem.

Gráfico 2 - Respostas do item 2



Fonte: autoria própria

Por conseguinte, conforme destaca Araújo (2011), precisamos entender as necessidades intrínsecas do aluno como alguém que é social e afetivo, e que, portanto, necessita sentir-se bem e incluído nos espaços formativos, para deles extrair o máximo de proveito para sua formação.

Nessa perspectiva, numa sala de vinte e cinco alunos apenas um foi indiferente a metodologia aplicada, mas vinte e quatro concordaram que o Livro Digital lhes trouxe bem-estar, prazer, diversão. Esse tipo de aprendizagem é o que Moreira (2006) chama de aprendizagem afetiva que é o resultado dos sinais internos (alegria, prazer, satisfação, etc.) do aprendiz.

Além disso, de acordo com Alarcão (2001), esforçar-se não deve equivaler a desprazer, pois os métodos e procedimentos que são adotados e utilizados em sala de aula podem ir de encontro às preferências e relações ou sentimentos de empatia dos estudantes.

Assim, apropriar-se de novas metodologias propostas pelo LD, foram ao mesmo tempo, desafiadoras e prazerosas para os discentes, e os mesmos puderam aprender de forma significativa (AUSUBEL,1980).

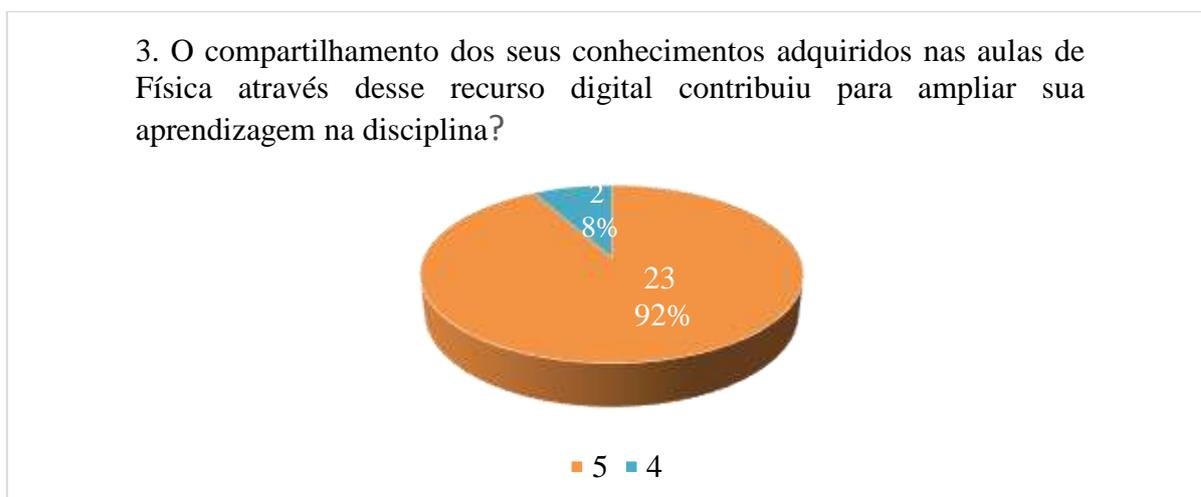
Destacamos ainda, que este sentimento de pertencimento ao conjunto das ações educativas proporcionadas pelo uso do Livro Digital ao considerarmos a proposta metodológica

defendida no presente estudo na produção de um LD, possibilitou aos aprendizes protagonizarem o seu processo de construção do conhecimento a partir de atividades que exploraram habilidades e competências ancoradas na leitura, escrita, na interação entre eles, na cognição e na motricidade, considerando a aprendizagem um processo harmonioso, capaz de conectar-se com as necessidades específicas do alunado, em sua busca humana por realizar-se como pessoa, enquanto que deseja ser valorizada e reconhecida pelo seu par, construindo e compartilhando com eles experiências formativas.

5.4.3 AMPLIAÇÃO DA COMPREENSÃO SOBRE O ESTUDO DA FÍSICA

O terceiro item do questionário solicitou que os participantes se posicionassem sobre as formas de avaliação da aprendizagem, utilizadas pela professora mediadora, assim como as atividades realizadas do Livro Digital, isto é, o aproveitamento qualitativo da participação nas atividades de pesquisa, em grupo, leitura e escrita.

Gráfico 3 - Respostas do item 3



Fonte: autoria própria

Dessa forma, vinte e três alunos declararam concordar totalmente e dois alunos concordaram parcialmente. A avaliação da aprendizagem realizada no contexto do Livro Digital valorizou a experiência prática, além de considerar a capacidade de cada um em articular, através da leitura e escrita, em contextos reais, os conhecimentos de Física aprendidos na sala de aula.

Esse fato nos remete a considerar o que teorizam Guedes e Souza (2007), quando estes defendem que o papel de ensinar a ler e a escrever sobre uma dada área do conhecimento, como

a Física, é papel do professor de Física, haja vista ser ele conhecedor dos conceitos próprios da matéria, e, ainda, sobre como se conectam para dar sentido à realidade.

Ainda nessa mesma direção, compreendemos em Alarcão (2001) que a escola é um lugar de trabalho, tanto para o professor quanto para seus alunos, assim marcado por rotinas que visam enquadrar os estudantes em certas condutas socialmente aceitas. Assim, a maioria dos alunos concordou que a utilização do Livro Digital expandiu seus conhecimentos acerca da importância da Física para sua própria formação e aprendizagem.

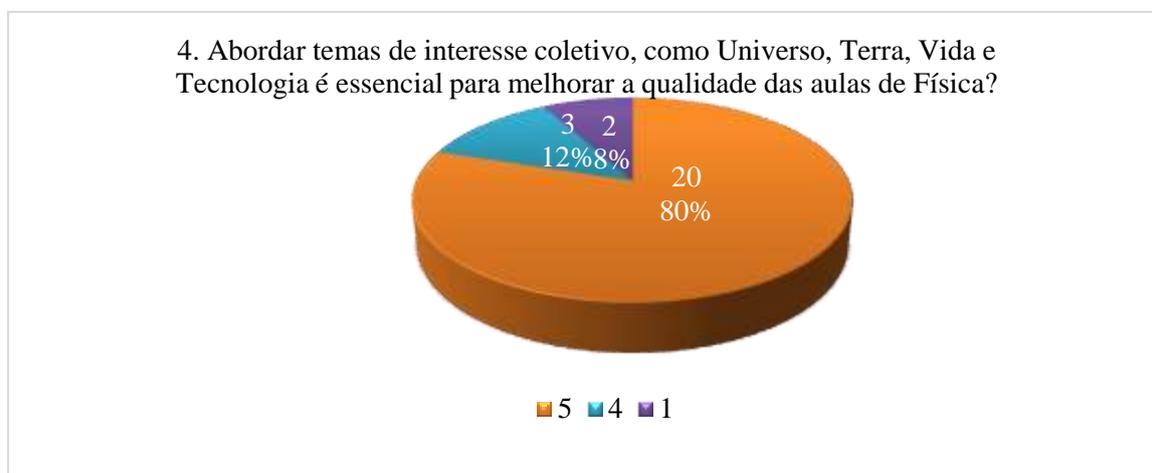
Além disso, o posicionamento dos estudantes nos remete ao conceito de Alfabetização Científica, na perspectiva defendida por Sagan (2006, p.34), “[...] quando nos afastamos assustados da ciência, porque ela parece difícil demais (ou, porque não fomos bem ensinados), abrimos mão da capacidade de cuidar de nosso futuro. Ficamos privados dos direitos civis. A nossa autoconfiança se deteriora”. Segundo o autor, um quesito indispensável ao pleno exercício da cidadania num mundo cada vez mais caracterizado por disputas ideológicas e interesses particulares.

Desse modo, compreendemos que o ato de participar da produção de um Livro Digital versando sobre Astronomia e Gravitação Universal contribuiu significativamente para consolidar a consciência dos estudantes sobre a importância da Física em sua formação.

5.4.4 IMPORTÂNCIA ATRIBUÍDA A TEMAS DE INTERESSE COLETIVO

Com o item 4, objetivamos compreender como os alunos passaram a perceber, a partir do Livro Digital, as relações da Física com os temas Universo, Vida, Terra e Tecnologia, que são importantes para a compreensão do mundo em que vivemos.

Gráfico 4 - Respostas do item 4



Fonte: autoria própria

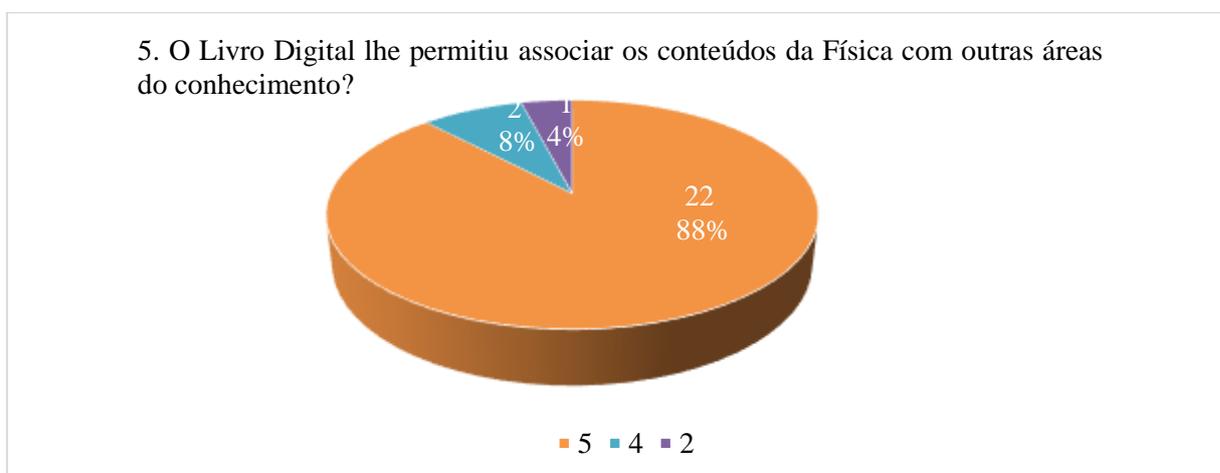
De acordo com o gráfico 4, vinte alunos concordaram totalmente com esta premissa, 3 (três) concordaram parcialmente e apenas 2 (dois) discordaram totalmente. As respostas, em sua maioria, indicam que interfaces entre a sala de aula e o mundo em que vivemos são cada vez mais necessárias, conforme defende Osório (2002), é essencial ao ensino das ciências.

Compreendemos, pelo posicionamento dos alunos, que esses temas apresentam expressiva aceitação, visto que estes muitas vezes não são lembrados, mas são de extrema relevância para o alunado tanto do ponto de vista científico como social. Nesta perspectiva, que alinha o conteúdo escolar com engajamento social e de acordo com Saviani (1999), pressuposto indispensável para formação escolar verdadeiramente crítica.

5.4.5 APRENDIZAGEM INTERDISCIPLINAR

No que concerne à metodologia utilizada, o item 5 do questionário em análise teve como objetivo investigar em que medida os interlocutores perceberam, nos diversos momentos do Livro Digital, a articulação de saberes da Física com outras disciplinas do currículo.

Gráfico 5 - Respostas do item 5



Fonte: autoria própria

A partir do gráfico 5, vinte e dois alunos concordaram totalmente, dois alunos concordaram parcialmente e um aluno discordou parcialmente com a interdisciplinaridade do Livro Digital, e como cita Moraes (1997), a interdisciplinaridade é o termo que se refere à articulação entre diferentes áreas do conhecimento, originalmente separadas segundo a lógica positivista, e especializadas em explicar diferentes recortes da realidade.

Tal articulação busca, assim, resgatar o vínculo original entre esses saberes, através do desenvolvimento de estratégias de ensino que possibilitaram aos educandos utilizarem

diferentes formas de conhecimentos para solucionarem problemas diversos, compreendendo a lógica funcional que interliga cada saber apreendido na escola.

Diante do exposto, atribuímos a posição dos estudantes às atividades de leitura e escrita, que expandiram os horizontes de aplicações da Astronomia e Gravitação Universal para além dos tópicos abordados em sala de aula, estabelecendo diálogo com outras disciplinas, principalmente com a história, ao discutirmos conceitos como origem do Universo, galáxias e estrelas.

Desse modo, a proposta de uma Física articulada com outros componentes curriculares, conforme intencionamos exemplificar por meio do presente estudo, mostrou-se perceptível, consoante as respostas fornecidas e de acordo com Behrens (2011) e Moraes (1997), a interdisciplinaridade valoriza a integração de múltiplos saberes, em benefício do integral desenvolvimento do aluno.

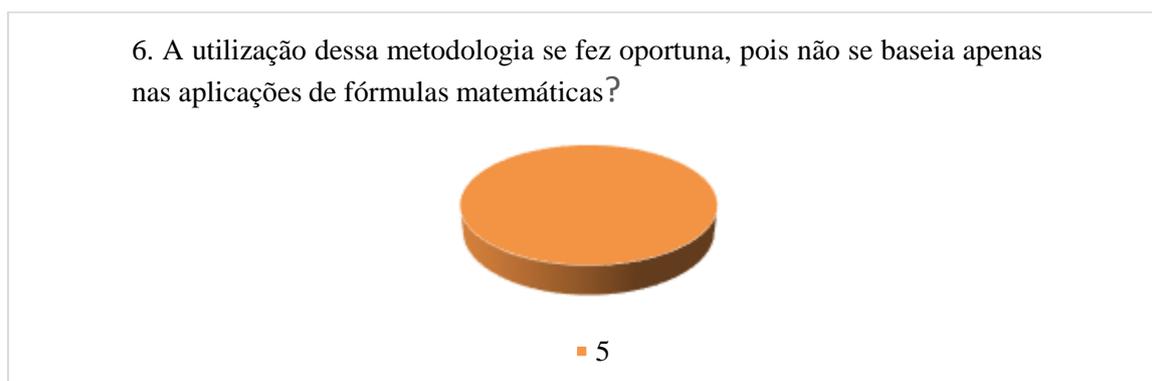
Assim, entender o ensino de Física numa perspectiva interdisciplinar oportuniza compreender a importância da relação entre teoria e prática, e, conforme destaca Thielsen (2008, p.545), “[...] contribui para uma formação mais crítica, criativa e responsável e coloca a escola e educadores diante de novos desafios tanto no plano ontológico quanto no plano epistemológico”.

A Física é uma disciplina que tem relação com várias áreas do conhecimento e compreendê-la dessa forma, através do LD, facilitou o ensino e o aprendizado dos alunos e desmistificou a ideia apenas matematizada da mesma.

5.4.6 A FÍSICA ALÉM DO FORMALISMO MATEMÁTICO

A análise do sexto item do questionário teve como objetivo entender a Física além do formalismo matemático.

Gráfico 6 - Respostas do item 6



Fonte: autoria própria

Todos os vinte e cinco alunos concordaram totalmente que a Física não é a mera aplicação de fórmulas e o que permitiu compreender que os sujeitos da pesquisa conseguiram, em alguma medida, transcender as suas concepções reducionistas acerca do papel da Física dentro de sua formação, passando a interpretá-la como objeto socialmente partilhado, e não apenas como uma disciplina que manipula cálculos.

Nesse sentido, a utilização do Livro Digital se fez oportuna para a aprendizagem dos discentes, uma vez que lhes permitiu ver a Física não apenas nos livros didáticos, com suas fórmulas e gráficos, mas no cotidiano dos mesmos.

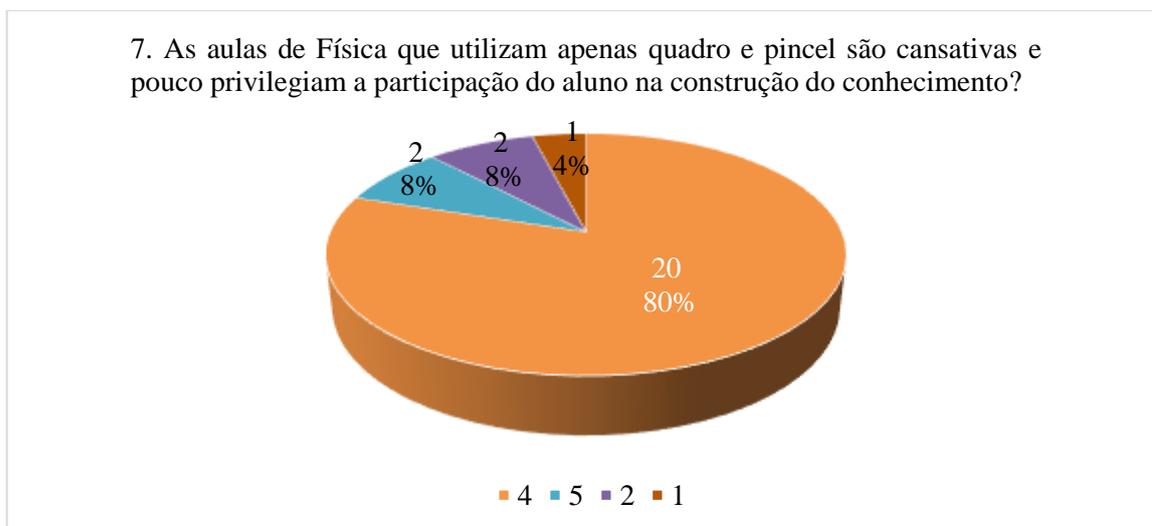
Por conseguinte, Saviani (1999) amplia este entendimento, quando defende que a escola, em cada componente curricular, na medida em que os professores se dispõem a construir pontes entre os conteúdos que ensinam e a realidade que envolve seus alunos, ajuda-os a cumprirem seus projetos de vida de forma autônoma.

Assim, entendemos que o professor de Física não pode se esquivar de mostrar aos alunos como essa área do conhecimento está profundamente implicada no que produzimos, compramos e usamos, assim como na forma como nos relacionamos através da tecnologia.

Desse modo, vale salientar que a proposta deste estudo não é negar as ferramentas matemáticas de que a Física faz uso, mas torná-las visíveis pela apresentação das perspectivas do que representam ou podem vir a representar no projeto de vida dos alunos.

5.4.7 ANÁLISE COMPARATIVA EM RELAÇÃO AO MÉTODO EXPOSITIVO

As respostas dadas ao item 7 do questionário, evidenciaram uma consequência direta das respostas conferidas aos itens precedentes. O gráfico 7 simboliza o reconhecimento dos alunos de que o ensino deve contemplar os diferentes meios pelos quais aprendem, e que, ao privilegiar um único método didático - o expositivo -, o professor inibe uma parcela significativa dessas vias de aprendizagem.

Gráfico 7 - Respostas do item 7

Fonte: autoria própria

Desse modo, ao concordarem parcialmente (nota 4) com a afirmação do item, os 20 (vinte) interlocutores demonstraram considerar a necessidade de ampliação dos métodos e técnicas de ensino, para valorizar suas diferentes aptidões para aprender.

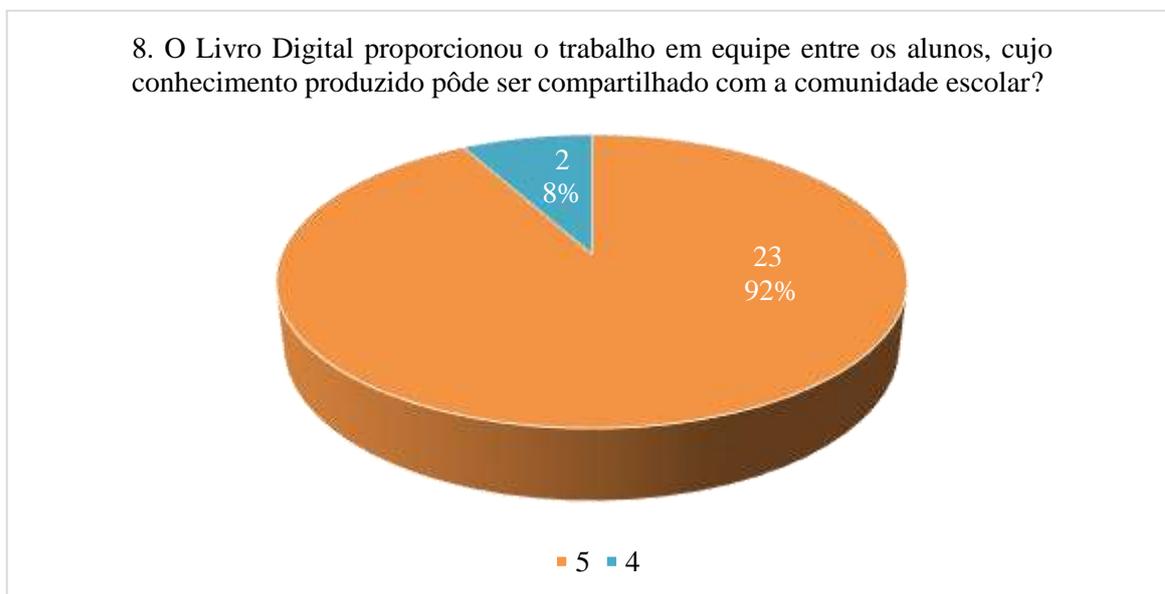
Esses dados são consonantes com o que teoriza Rabelo (1996), segundo o qual, as metodologias orientadas para lógica tradicionalista cartesiana se caracterizam por conteúdos programáticos organizados e sequenciados por níveis de dificuldades, memorizados por meio da repetição de procedimentos que caracterizam as rotinas escolares às quais os alunos são submetidos. Esse modelo clássico de conceber o ensino está fundamentalmente baseado na ideia e na prática de que conhecimento é transmitido, e não construído.

5.4.8 SENTIDOS ATRIBUÍDOS AO TRABALHO EM GRUPO

Uma das características marcantes das atividades do Livro Digital é o incentivo que ela promove ao desenvolvimento da cooperação entre os alunos enquanto indivíduos que partilham o ambiente escolar e as diversas experiências que ele proporciona. Temos presente que estes sujeitos são cada vez mais conscientes de que deverão viver e conviver em um mundo repleto de relações sociais, econômicas políticas e culturais, para as quais é imprescindível compreender o sentido do trabalho coletivo (ALARCÃO, 2001). Assim, como afirma Araújo (2011), a possibilidade de o aluno participar na tomada de decisão de maneira crítica deveria, dessa forma, penetrar na vida dos estudantes inclusive como exercício vital de cidadania.

Nesse sentido, a escola e a sala de aula tornam-se locais onde essa noção de coparticipação deve estar sempre presente, através de ações educativas que permitam aos educandos interagirem e trocarem experiências com seus pares ao tempo em que aprendem.

Gráfico 8 - Respostas do item 8



Fonte: autoria própria

Partindo dessa compreensão, o item 8 do questionário solicitou que os participantes expressassem seu grau de concordância em relação à promoção e ao favorecimento do trabalho em equipe proporcionados pela metodologia do Livro Digital. Conforme ilustrado pelo gráfico 8, vinte e três alunos concordaram totalmente que as atividades utilizadas favoreceram e valorizaram o trabalho em equipe, e 2 (dois) alunos concordaram parcialmente com essa afirmação.

A partir da compreensão dos discentes, desvelada das suas respostas ao item, de que o Livro Digital valorizou o trabalho em grupo, os discentes tiveram interação entre as ideias com os colegas, proporcionando também que eles pudessem construir o seu conhecimento através da relação com o outro, pois o homem é um ser social.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho partimos do seguinte problema: qual a possibilidade de um Livro Digital (LD) sobre Gravitação Universal e Astronomia mediar a compreensão e a aprendizagem significativa desses conceitos para os alunos do Ensino Médio? Assumimos como pressuposto que o uso do Livro Digital gratuito e de fácil acesso é um recurso metodológico em que os estudantes são estimulados a participar de um mundo novo nas relações entre Física, Astronomia e Tecnologia.

Ancorou-se no objetivo geral de produzir um Livro Digital interativo que propicie a mediação e compreensão dos conceitos Gravitação Universal e Astronomia para alunos do Ensino Médio e como objetivos específicos observar a prática pedagógica de professores do Ensino Médio Regular, com o propósito de compreender como esses desenvolvem suas aulas envolvendo Gravitação Universal e Astronomia, identificar as dificuldades vivenciadas pelos alunos acerca dos conceitos, Gravitação Universal e Astronomia, aplicar, através das aulas, o Livro Digital interativo na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel.

Como quesito indispensável a este estudo, recorreremos à abordagem de David Paul Ausubel para explicar como se consolida o fenômeno da aprendizagem nos sujeitos em processo de formação. Esta digressão teórica conduziu-nos a compreender como ocorreu o processo de assimilação cognitiva pelos estudantes e que possibilitaram entender a importância dos conhecimentos prévios, subsunçores, organizadores prévios para uma aprendizagem significativa.

Os pressupostos suscitados forneceram os alicerces para desenvolvimento do presente estudo, cujo objeto materializou-se em um Livro Digital, no ensino da Física. Para que esse produto educacional adquirisse forma, delineamos um experimento, guiando-nos segundo o método quase-experimental, tendo como campo o C. E Francisco Gonçalves Magalhães.

Além disso, percebemos a atenção que precisamos ter no percurso de uma pesquisa quando nos deparamos com formas diversas de compreender o mundo, com metodologias plurais para analisar fenômenos e/ou objetos.

Por mais que tenhamos disponíveis as mais adequadas referências bibliográficas e dados empíricos consistentes, colocar em prática uma nova metodologia exige muito mais do que atenção aos referenciais; implica, antes de tudo, em uma imersão na pesquisa, na experimentação do que nos é novo, desconhecido. É preciso aprender, experimentar, viver a

metodologia no próprio processo de investigação como uma prática que acolhe os fatores emergentes e seja constantemente (re) avaliada e (re)significada.

Essa metodologia proporcionou um contexto de aprendizagem diverso daquele com o qual os educandos estavam habituados, na medida em que a Física, marcada pelo estereótipo matemático, reforçado pela visão paradigmática cartesiana, passou a ser explorada pelo campo da linguagem, numa perspectiva de informação e formação.

Desse modo, neste percurso, percebemos que a utilização do Livro Digital interativo e gratuito no ensino da Física oportunizou um ambiente de aprendizagem em que os estudantes puderam praticar a leitura, a escrita, a argumentação, a interação das ideias, a participação em grupo, o desenvolvimento da autonomia, a motivação, o interesse e a atenção pela Física, tudo isso a partir de uma abordagem crítica, que aconteceu de várias maneiras como o uso da produção de textos, mapas conceituais, rodas de conversas, ilustrações, imagens animadas, vídeos, jogos, júri simulado e pintura como consequência de um processo de pesquisa e estudo da realidade presente a que pertenciam, a escola e seus lares, pautado no trabalho individual e em equipe.

Assim, foi possível desmistificar a ideia reducionista e a mera aplicação de cálculos que a Física manifesta no alunado, pois os conceitos físicos puderam se relacionar significativamente com os conhecimentos que os alunos já traziam ao longo desses meses estudando os assuntos tratados no LD como uma forma de ancoragem.

Por conseguinte, isso demonstrou a importância de acionar os conhecimentos prévios dos alunos através de um questionário inicial, pois foi muito relevante para que eles apreendessem algo novo através do que eles traziam consigo. A pesquisa demonstrou que muitos dos conhecimentos dos estudantes era baseado apenas no senso comum, empirismo, mas outros já tinham um esboço do conhecimento científico e esse conhecimento do senso comum é considerável à medida que é aprimorado ou totalmente descartado. Mas a partir do mesmo foi possível conhecer o alunado e traçar estratégias eficazes para uma aprendizagem significativa.

Além do mais, essa aprendizagem aconteceu através da interação entre as novas informações apreendidas e os conhecimentos prévios do aprendiz, a partir de uma relação não-arbitrária e substantiva. Entendemos que a partir dessa relação não-arbitrária e não-litera, tanto a nova informação como as que serviram de ancoradouro, ou seja, de subsunçores, modificaram-se na construção de novos significados e adquiriram maior estabilidade.

Nesse sentido, ao longo dessa pesquisa percebemos o quanto foi eficaz e, ao mesmo tempo, prazeroso para os alunos a utilização do LD, o que percebemos facilmente ao longo da aplicação de todas as etapas desse material tecnológico e também nas opiniões e sugestões dos

estudantes que foram consideradas para a produção dessa ferramenta didática, fazendo deles seres preocupados com a sua aprendizagem.

O tópico “Sugestão de Atividades” ao final de cada capítulo do LD propiciaram aos alunos, atividades confrontantes e desafiadoras, em que os discentes foram ativos no próprio processo de aprendizagem que os envolviam. Tais reflexões apontaram para a construção de um ambiente lúdico, entendido como mecanismo facilitador/gerador de novas experiências de aprendizagens. Dessa maneira, compreendemos a aplicação dessas ações na escola como oportunidade de propiciar aos alunos o desenvolvimento de suas capacidades, possibilitando uma aprendizagem que tenha realmente significado.

Assim, o jogo educativo como as outras atividades realizadas enquanto recurso pedagógico propiciaram o equilíbrio entre os conceitos novos e os já existentes, ao permitirem aos alunos o agir com o mundo e retirar desta relação novas informações, as quais possibilitaram a interpretação deste, gerando novas experiências.

Dentro desse contexto, compreendemos que por meio do Livro Digital o aprendiz desenvolveu a capacidade de exercer domínio sobre situações de aprendizagens. Assim, possibilitando uma maior humanização dos sujeitos, criatividade, imaginação, fatores esses que são importantes para a obtenção de uma aprendizagem significativa, percebemos de forma clara na análise dos resultados que a maioria concordou o quanto benéfico foi a utilização do Livro Digital no ensino de Física.

O produto educacional também vem com a possibilidade de ser lido pelo Android, tornando possível sua visualização em *tablets* e celulares, em locais que tenham internet, a partir do *link* de acesso, https://drive.google.com/file/d/1vmW7fHLjTpNQdaXU_Kc_0JrgEvCO_jfI/view?usp=sharing. Também pode ser possível a sua difusão através de CDs e pen drives, para serem usados em locais de difícil acesso ao livro didático convencional.

Nesse sentido, o Livro Digital mostrou como ensinar e aprender pode ser divertido e motivador tanto para alunos, quanto para professores, tornando o processo mais leve, dinâmico, inovador, prático e encantador para ambas as partes.

Desse modo, o Livro Digital não é uma ferramenta milagrosa e que vai resolver todos os problemas de ensino e aprendizagem, e sim mais um instrumento didático que pode auxiliar professores e alunos nessa tarefa de ensinar e aprender. Dentro desta coordenada, entendemos que houve evidências de uma aprendizagem significativa, pois as práticas pedagógicas priorizadas utilizadas favoreceram a mudança conceitual da estrutura cognitiva dos alunos, através da interação entre as suas ideias prévias e as novas informações.

Almejamos, assim, propiciar a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, através desse recurso tecnológico que favorece a formação crítica, criativa e consciente, oportunizando o desenvolvimento do pensamento e da inteligência, de modo a possibilitar um ambiente agradável, estimulador de aprendizagens significativas.

REFERÊNCIAS

ADAMS, F.; LAUGHLIN, G. **Uma biografia do Universo**: do big bang à desintegração final. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.

ARAÚJO, H. M. L. Processo identitário profissional: experiências formativas de licenciandos do curso de física – UFPI. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, p. 143. 2011.

ALARCÃO, I. (Org.) **Escola reflexiva e nova racionalidade**. Porto Alegre: Artmed editora, 2001.

ARAÚJO, T. C. D. **Tecnologias educacionais e o direito à educação**. Jus Navigandi, Teresina, ano 17, n. 3395, 17 out. 2012. Disponível em: <http://jus.com.br/artigos/22819>. Acesso em: 20 maio 2019.

ASHCROFT, F. **A vida no limite**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.

AULETE, F. J. C.; VALENTE, A.L.S. **Aulete Digital**: dicionário contemporâneo da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Lexicon, 2000.

AUSUBEL, D. P. **“The aquisition and retention of Knowledge”**: a cognitive view. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2000.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Editora, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick et al. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. p. 625.

BAZZO, Walter; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto. **Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica**. Revista Ciência & Educação, v. 15, n. 3, p. 681-694, 2009.
BONJORNO, José Roberto et al. **Física: terminologia, óptica, ondulatória. 2º ano**. 2. ed. São Paulo: FTD, 2013.

BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 6 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

BERGREEN, L. **Viagem a Marte**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2002.

BONJORNO; CLITON; PRADO, E.; CASEMIRO. **Mecânica**. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.

BORTOLAZZO, S. F. Nascidos na era digital: outros sujeitos, outra geração. In: XVI ENDIPE - ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO, 2012, Campinas. **Anais**. Campinas: UNICAMP, 2012.

BOZKO, R.; LEISTER, N. V. **Astronomia**: Uma Visão Geral do Universo. Edusp, 2000.

BRASIL. **Lei 9.394 de 20 de novembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 22 nov. 2018

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Linguagens, códigos e suas tecnologias:** orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+. Brasília, 2002. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12598%3Apublicacoes&Itemid=859. Acesso em: 15 nov. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN.** Brasília, 1997. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12598%3Apublicacoes&Itemid=859. Acesso em: 15 nov. 2017.

CAMPBELL, D. T. **Delineamentos Experimentais e quase-experimentais de pesquisa.** São Paulo: EPU, 1979.

CANALLE, J.B.G. A luneta com lente de óculos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 11, n. 3, p. 212- 220, dez. 1994.

CANALLE, J.B.G.; TREVISAN, R.H.; LATTARI, C.J.B. **Análise do conteúdo de astronomia dos livros de geografia de 1o grau.** Cad. Cat. Ens. Fís., v. 14, n. 3, p. 254 – 263, dez. 1997.

CANALLE, J. B. G.; MATSUURA. O.T. **Astronomia.** Ediouro, 2007.

CANALLE, J.B.G.; NOGEIRA, S. **Fronteira Espacial.** Brasília: MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009.

CAPRA, F. **O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente.** Tradução de Álvaro Cabral. São Paulo: Cultrix, 1982.

CAPRA, F. **A teia da vida – uma nova compreensão científica dos sistemas vivos.** São Paulo: Cultrix, 1996.

CARDOSO, G. **A mídia na sociedade em rede.** Rio de Janeiro, FGV, 2007.

CASTANHARI, F. **Origem do Universo.** 2018. (19m03s). Disponível em: <https://youtube.be/BI8Q7Lt556y0>. Acesso em: 19 abr. 2018.

COZBY, P. C. **Métodos de pesquisa em ciências do comportamento.** São Paulo: Atlas, 2003.

COSTA FILHO, E. **Política espacial brasileira.** Rio de Janeiro: Editora Revan, 2002.

CUNHA, M. B.; CAVALCANTI, C. R. O. **Dicionário de Biblioteconomia e Arquivologia.** Brasília, DF: Briquet de Lemos, 2008.

CHARTIER, R. **A aventura do livro: do leitor ao navegador.** Tradução Reginaldo Carmello Corrêa de Moraes. São Paulo: UNESP e Imprensa Oficial SP, 1998.

CHIAVENATO, I. A. S. **Planejamento estratégico**. 12 ed, Rio de Janeiro: Campus, 2004.

DAMINELI, A. et al. **O céu que nos envolve**. São Paulo: Odysseus Editora, 2011.

DAMINELI, A.; STEINER, J. **O Fascínio do Universo**. São Paulo : Odysseus Editora, 2010.
ENGLER, Steven. Tipos de Criacionismos Cristãos. **Revistas de Estudos da Religião**, São Paulo-SP, p.83-107, jun.2007.

ERICKSON, F. **Qualitative methods in research on teaching**. In: Wittrock, M.C. (Ed.), *Handbook of research on teaching*. 3 ed New York: Macmillan Publishing Co,1986.

FEYNMAN, R. P. **Física em seis lições**. 8. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

FERRAZ-MELLO, S.; KLAFKE, J. C. “A Mecânica Celeste”, Cap. 4, *Astronomia, Uma Visão Geral do Universo*, 51, Edusp, 2000

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática**: percursos teóricos metodológicos. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1975.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, T.; BARBOZA, L.C. Uma Proposta de Júri Simulado como Estratégia Lúdica para Ensino de História da Química no Ensino Médio: A Teoria do Flogístico, *Anais do VII EPPEQ*, 2013.

GUEDES, P. C.; SOUSA, J. M. **Leitura e escrita são tarefas da escola e não só do professor de português**. In: NEVES, et al. Orgs. *Ler e escrever: um compromisso de todas as áreas*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007. p. 17 – 22.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. **Física 2**. v. 3. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006.

LAGAR, F.; SANTANA, B. B.; DUTRA, R. **Conhecimentos Pedagógicos para Concursos Públicos**. 3. ed. Brasília: Gran Cursos, 2013.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: o novo ritmo da informação. 8. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

KOGUT, Maria Cristina. **O ensino com pesquisa numa visão holística: a transformação da metodologia para buscar a formação do profissional de educação física**. 1998. 202f. Dissertação (Mestrado em educação). Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR.

KLUCKHOHN, F. R. O método da observação participante no estudo das pequenas comunidades. **Sociologia**. São Paulo: 8 (2): 103-18, abr./jun. 19.

LEMOS, L. S. Aprendizagem Significativa: Estratégias Facilitadoras e Avaliação. Aprendizagem Significativa em Revista, v.1, n° 1, abril. 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID3/v1_n1_a2011.pdf. Acesso em: 28 dez 2018.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1991.

LIBÂNEO, J. C. **Pedagogia e pedagogos, para quê?** 9 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

LIBÂNEO, J. C. et. al. **Educação Escolar**: políticas, estrutura e organização. Coleção Docência em Formação. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora?** novas exigências educacionais e profissão docente. 12.ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LIBÂNEO, J. C. Adeus professor, adeus professora? **novas exigências educacionais e profissão docente**. 12.ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LUCKESI, C. C. **A avaliação da aprendizagem escolar**. São Paulo: Cortez, 1996.

LUCKESI, C. Desenvolvimento dos estados de consciência e ludicidade. In: LUCKESI, Cipriano (org.). **Ensaio de ludopedagogia**. N.1, Salvador UFBA/FACED, 2000.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do Trabalho Científico**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARQUES, L.; MOLO, D. **Viajando pelo sistema solar**. 2018. (14m45s). Disponível em: <https://youtu.be/zlfvrursetf8>. Acesso em: 19 abr. 2018.

MARTINS, M. V. “O criacionismo chega às escolas do Rio de Janeiro: uma abordagem sociológica”, Com Ciência vol. 56. 2004. Disponível em: <http://www.comciencia.br/200407/reportagens/10.shtml>. Acesso em: 22 dez.2019.

MATTOS, M.G; ROSSETTO JÚNIOR, A.J; BLECHER, S. **Teoria e prática da metodologia da pesquisa em educação física**: construindo sua monografia, artigo científico e projeto de ação. São Paulo: Phorte, 2003.

MATSUURA, O. T. **Atlas do Universo**. São Paulo: Scipione, 1996.

MATSUURA, O. T. “Eclipse Solar”, **FICHA DE ASTRONOMIA**. n.3, 1998. Disponível em: www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br. Acesso em: 25 jul. 2019.

MATSUURA, O. T. “Lua, o satélite natural da Terra”, **FICHA DE ASTRONOMIA**. n.12, 1998. Disponível em: www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br. Acesso em: 25 jul. 2019.

MATSUURA, O. T. “Movimentos da Lua”, **FICHA DE ASTRONOMIA**.n.17, 1999. Disponível em:www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br. Acesso em: 25 jul. 2019.

MATSUURA, O. T. “Movimentos dos planetas interiores”, FICHA DE ASTRONOMIA.n.18, 1999. Disponível em: www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br. Acesso em: 25 jul. 2019.

MATSUURA, O. T. “Movimentos dos planetas exteriores. Teoria Universal da Gravitação”, **FICHA DE ASTRONOMIA**. n.19, 1999 www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br Matsuura, Oscar T. e Picazzio, E.: “O Sol”, Cap. 5, *Astronomia, Uma Visão Geral do Universo*, 81, Edusp, 2000.

MESQUITA, I. C. A.; CONDE, M. G. **A evolução gráfica do livro e o surgimento dos e-books**. Apresentado na Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. Teresina: UESPI, 2008.

MILONE, A. C. et al. **Introdução à Astronomia e a Astrofísica**. São José dos Campos –SP: INPE, 2003.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MORAES, R. **Uma Tempestade de Luz: a Compreensão Possibilitada pela Análise Textual Discursiva**. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí/RS: Editora Unijuí, 2011.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí/RS: Editora Unijuí, 2016.

MORAES, M. C. **O paradigma educacional emergente**. Campinas, SP: Papirus, 1997.

MORAES, J. U. P.; ARAÚJO, M. S. T. **O ensino de Física e o enfoque CTSA: caminhos para a educação cidadã**. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MOREIRA, M. A. “**A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**”. Brasília: Editora da UNB, 2006.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A. “**A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**”. Brasília: Editora da UNB, 2006.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo/SP: Ed. Centauro, 2006.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

NOVAK, J. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento**. Lisboa: Plátano Editora, 2000.

OLIVEIRA, M. R. R. **O Primeiro Olhar**: Experiência com Imagens na Educação Física Escolar. 2004. 177f. Tese (Mestrado em Educação Física) Centro de Desportos – Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC.

OLIVEIRA, A. S.; SOARES, M. H. S. B. Júri químico: uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, 2005.

OSORIO, Carlos M. **La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad. aproximaciones y experiencias para la educación secundaria**. Revista Ibero-americana de educação. Nº 28 (2002), p. 61-81.

PAIXÃO, M. S. S. L; FERRO, M. G. D. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. In: CARVALHO, M. V. C; MATOS, K. S. L. (org.). **Psicologia da Educação**: Teorias do desenvolvimento e da aprendizagem em discussão. Fortaleza: 2015. p. 91-130.

PÉREZ, G. et al. Para uma imagem n distorções conceituais dos atributos do som ão deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

PINHEIRO, C. **Aplicações para ebooks**. [S.l.]: Ler Ebooks, [201-]. Disponível em: <http://lerebooks.wordpress.com/aplicacoes-para-ebooks/>. Acesso em: 11 jul. 2019.

PROCÓPIO, E. **O livro na era digital**: o mercado editorial e as mídias digitais. São Paulo: Giz Editorial, 2010.

TAMMARO, A. M.; SALARELLI, A. A biblioteca digital. Brasília, DF: Briquet de Lemos, 2008.

TAVARES, R. **Aprendizagem Significativa e o Ensino de Física**, UFPB, João Pessoa, 2016.

TEDESCO, J. C. (Org.). **Educação e novas tecnologias**: esperança ou incerteza? São Paulo: Cortez, 2004.

TONNAC, J. P. Prefácio. In: CARRIÈRE, J. C. ECO, U. **Não contem com o fim do livro**. Rio de Janeiro; São Paulo: Record, 2010. p. 7-14.

TRUJILLO, F. A. **Metodologia da pesquisa científica**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.

RABELO, E. H. **Avaliação: novos tempos, novas práticas**. Petrópolis: Vozes, 1998.

RABELO, Giani. **O jornal escolar o estudante orleanense: não podemos tornar as crianças felizes, mas podemos fazê-las felizes tornando-as boas (santa Catarina, 1949-1973)**. Revista História da Educação vol.17 nº.40. Santa Maria. mai./ago. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php>. Acesso: 10 jan. 2020.

RAMALHO, F.; FERRARO, N.; TOLEDO, P. **Os fundamentos da física**. 8.ed. São Paulo: Moderna, 2003.

RYBSKI, D., Sobre a origem e evolução do Sistema Solar. **Instituto Superior Técnico Engenharia Física Tecnológica**, 2000.

SAGAN, Carl. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro**. 1.ed. Tradução: Rosaura Eichenberg. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SAVIANI, D. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política**. 32.ed. Campinas, SP: Autores associados, 1999.

SAVIANI, D. **A pedagogia no Brasil: história e teoria**. Campinas, SP: Autores Associados, 2008.

SEABRA, C. **Tecnologias na escola**. Porto Alegre: Telos Empreendimentos Culturais, 2010.

SELBACH, S. et al. **Ciências e Didática**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

SELLTIZ; WRIGHTSMAN; COOK. **Métodos de pesquisa nas relações sociais: Delineamentos de pesquisa**. São Paulo: E.P.U.,1976.

TAROUCO, L. M. R. et al. **Formação de Professores para produção e uso de objetos de aprendizagem**. Disponível em http://www.cinted.ufrgs.br/renote/jul2006/artigosrenote/a20_21173.pdf. Acesso: 13 jul 2019.

THIESEN, Juares Silva da. **A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem**. Revista Brasileira de Educação v. 13 n. 39 set - dez. Rio de Janeiro-RJ, 2008.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 1985.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2008.

VIANNA, D. M.; ARAÚJO, R. S. **Buscando Elementos na Internet para uma Nova Proposta Pedagógica.** In Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. CARVALHO, A. M. P. (Org.). São Paulo: Cengage Learning, 2009.

VIEIRA, S. **Como Elaborar Questionários.** São Paulo: Atlas, 2009.

VIEIRA, R. D.; MELO, V. F; BERNARDO, J. R. R. O júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do gato. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (on-line). V.16, p. 203-226, 2014.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Caro leitor, você em algum momento já se perguntou : Como surgiu o Universo?
Como é a Lua ?
Se a Lua é maior ou menor que a Terra?
Se a Lua gira em torno da Terra?
Por que sempre vemos a mesma face da Lua?
O que é o Sol?
As estrelas nascem e morrem?
O Sol é maior que a Terra?
O Sol tem luz própria?
A Terra gira em torno do Sol ou o Sol gira em torno da Terra?
O que são planetas?
O que ocasiona as estações do ano?
Desvendando os Mistérios do Infinito vai responder todas essas perguntas e muitas mais. Vamos fazer uma viagem pelo passado até os dias atuais. Aperte o cinto e embarque nesse passeio pelo espaço.

Professor você pode pedir aos seus alunos que respondam a essas perguntas para identificar os conhecimentos prévios dos mesmos acerca da Astronomia.

APÊNDICE B – SUGESTÃO DE ATIVIDADES DO CAPÍTULO 1(UM) DO LIVRO DIGITAL

SUGESTÃO DE ATIVIDADES



✚ **PRIMEIRA ATIVIDADE:** Elaboração de mapas conceituais

Incentive os seus alunos a elaborarem mapas conceituais sobre a origem do Universo. Para isso, é interessante que seja feita uma exposição inicial sobre como construir um mapa conceitual que é uma estrutura gráfica que ajuda a organizar ideias, conceitos e informações de modo esquematizado. Consiste numa ferramenta de estudo e aprendizagem, em que o conteúdo é classificado e hierarquizado de modo a auxiliar na compreensão do indivíduo que o analisa e em seguida apresenta alguns exemplos. Posteriormente, os mapas serão trocados entre os alunos para que sejam feitas comparações e sugestões e alguns poderão ser apresentados a turma.

Para favorecer a aprendizagem do aluno, o professor pode utilizar instrumentos didáticos como os mapas conceituais, pois, de acordo com Moreira e Buchweitz (1987, p. 9), “[...] mapas conceituais são diagramas hierárquicos indicando os conceitos e as relações entre os conceitos [...]” e podem ser utilizados como instrumentos de ensino e/ou aprendizagem para apresentar as relações hierárquicas entre conceitos que estão sendo ensinados em uma aula, em uma unidade de estudo ou em uma disciplina.

✚ **SEGUNDA ATIVIDADE:** PROPOSTA DE PESQUISA

Façam uma pesquisa na internet, livros, revistas, etc., sobre o nascimento e a morte das estrelas. Redija um texto, de até 02 páginas.

INSTRUÇÕES:

1. Trabalho em grupos de xxx integrantes (a quantidade de grupos e participantes em cada grupo fica a critério do professor);
2. Usem espaçamento entrelinhas 1,5, fonte *Times News Roman*, justificado. Podem inserir figuras. Não esqueçam de colocar o nome dos componentes do grupo (a pesquisa pode ser entregue digitada ou manuscrita).
3. Informem os *links* dos sites pesquisados e referências bibliográficas no final do texto.
4. Salvem o texto em PDF e enviem para o *e-mail* xxxx. No assunto do e-mail, escrevam os nomes dos componentes do grupo.
5. Prazo para envio: xxx.
6. Seria interessante que os alunos entregassem a pesquisa antes de iniciar o capítulo 2.
7. Lembrando que essa é apenas uma sugestão de atividade cabe ao professor adequar a atividade a realidade do alunado.

APÊNDICE C - SUGESTÃO DE ATIVIDADES DO CAPÍTULO 2 (DOIS) DO LIVRO DIGITAL

SUGESTÃO DE ATIVIDADES



PRIMEIRA ATIVIDADE

Os corpos celestes e seus mistérios. Entender os mistérios do Universo sempre fez parte da curiosidade das pessoas. Desde os tempos antigos, os povos já admiravam a beleza do céu. Apresente uma imagem do céu a noite para que os alunos observem. Lance questões, tais como:

1. O que são estrelas?
2. Por que elas aparecem à noite?
3. Qual a origem das estrelas?
4. Por que as estrelas não caem do céu?
5. Por que o Sol parece tão grande em relação às outras estrelas que vemos no céu?

Após esse momento de conversa inicial, sugira que os alunos façam desenhos ou pinturas do céu visto à noite. Para a pintura, use papel peso 40. Oriente para pintar o papel branco com tinta preta guache. Depois de secar, entregue tinta azul e branca para pintar as estrelas. Explique na roda de conversa que, observando o céu, as nuvens, as estrelas e a lua podem ser vistas no céu, sem instrumentos especiais, mas, se usarmos um telescópio ou luneta, muitos outros corpos celestes poderão ser vistos. Tudo o que vemos no espaço é chamado de astro. A Terra, a Lua e o Sol são exemplos de astros. Há astros que produzem luz e são brilhantes. Eles são chamados de estrelas. A estrela mais próxima da Terra é o Sol e sua luz parece tão intensa. As outras estrelas estão muito distantes do nosso planeta. A Terra, assim como a lua, não tem luz própria. Elas são iluminadas pelo Sol.



Fonte: <http://meme.yahoo.com/amandytta/p/bnTqKwe/>

✚ SEGUNDA ATIVIDADE

A necessidade do homem de explicar os mistérios da vida e da natureza que o cerca, gerou, através dos séculos, as mais belas lendas. Entre as muitas lendas, há uma contada pelo povo bororó (indígenas do Mato Grosso) que explica a origem das estrelas. Vamos conhecê-la? Leia a lenda **Como Nasceram as Estrelas**. Reescreva a lenda coletivamente e depois sugira aos alunos que façam uma ilustração da parte que mais gostaram.



Fonte: <http://www.oyo.com.br/livros/de-4-a-8-anos/como-nasceram-as-estrelas/>

Leia o resumo da lenda abaixo:

Como Nasceram as Estrelas

Numa aldeia indígena, algumas mulheres tinham colhido milho para fazer pão. Mas as crianças roubaram as sementes de suas mães e as levaram para a vovó. A vovó fez para elas alguns pãezinhos deliciosos.

Com medo de que as mães descobrissem o furto, elas cortaram a língua da vovó e fugiram para a floresta.

Lá, pediram a um colibri que amarrasse um cipó no céu para que pudessem subir, escapando, assim, de suas mães, que as procuravam.

Como castigo, as crianças tiveram que ficar olhando para a Terra todas as noites, cuidando de suas mães, que sofriam de saudade.

E esses olhos sempre abertos tornaram-se estrelas.

Doze Lendas Brasileira - Lispector, Clarice.

Fonte: <http://contoselendas.blogspot.com/2004/11/como-nasceram-as-estrelas.html>

1. Depois de conhecer a origem das estrelas dos índios bororós, explique, por meio da escrita. Como surgiram as estrelas?
2. Faça um desenho do céu que você vê à noite.

TERCEIRA ATIVIDADE

As constelações: desenhos do firmamento

Você já viu uma constelação?

Proponha a observação por alguns instantes da imagem abaixo e questione: Anote a fala dos alunos. A partir da imagem observada na roda crie a sua própria constelação. Para isso você precisará de um pedaço de papel camurça azul - marinho (no formato de um retângulo) e giz de cera. Use pintura a vela.

- **De primeira vista, o que essa imagem representa?**
- **Você sabe o que é uma constelação?**
- **Que desenhos as constelações formam?**
- **Como observá-las no céu?**



Fonte: <http://www.guia.heu.nom.br/constelacoes.htm>

Conversa na roda

Você já reparou que, no céu, algumas estrelas parecem estar mais próximas umas das outras? Para facilitar a localização de astros no céu e para homenagear deuses, os povos antigos as agrupavam com linhas imaginárias, como na brincadeira de ligar pontos, e imaginavam diferentes figuras, como animais, pessoas e objetos.

Esses agrupamentos de estrelas aparentemente próximas são as constelações. Atualmente o céu todo é dividido oficialmente em 88 constelações diferentes. Muitas não podemos ver por estarem no hemisfério norte. Conheça um pouco sobre a história das constelações.

Praticamente todos os povos da Terra deram nomes e inventaram histórias sobre as estrelas. Às vezes essas lendas falavam sobre grupos de estrelas que recordavam algo familiar. Pessoas de diferentes lugares, que viveram em diferentes épocas, muitas vezes escolhiam um mesmo grupo de estrelas para contar uma história, sua própria história. Assim surgiram às constelações. Mais que um mero depósito de lendas, as figuras no céu ajudavam os povos antigos em suas atividades agrícolas e náuticas. As constelações mais antigas que se tem notícia foram criadas pelos babilônicos, povos que habitavam a Mesopotâmia, região entre os rios Tigre e Eufrates (hoje Iraque).

Havia dois sistemas, o zodiacal, relacionado à agricultura e o equatorial, ligado à navegação. Para determinar o início das estações (a melhor época do ano para o plantio e a colheita), eram utilizadas as constelações do sistema zodiacal. Os nomes das constelações eram associados à mitologia de cada civilização. Era um modo eficiente de transmitir as descrições do céu de geração em geração – mas também uma série de superstições usadas para explicar tudo àquilo que não se conseguia entender racionalmente.

Acesse o link constelações: Fonte: <http://www.zenite.nu/>

Pesquise sobre as estrelas e as constelações ou peça que os alunos tragam para sala, materiais que falem sobre o assunto para ler na sala. Desafie o grupo a descobrir a **constelação de Antares**, conhecida como a dama de vermelho. Fácil de ver a olho nú. Seu belo nome vem de anti-Ares, que significa rival de Marte. Uma estrela que, vista da Terra, está no coração da constelação do Escorpião.

Assista ao vídeo sobre constelação:

Conhecendo o espaço: **A NEBULOSA DE ÓRION**

Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=YmXy6F-tmAQ>

QUARTA ATIVIDADE

Oriente uma pesquisa em casa ou na biblioteca sobre as duas constelações bem conhecidas como: Cruzeiro do Sul e Sagitário. Peça que faça uma lista, no bloco de anotações com o nome das constelações com o desenho para ser socializada na sala.

Hoje, imersos nas luzes artificiais das cidades e longe do poder criativo dos povos antigos, é difícil imaginar que Órion, por exemplo, seja a figura de um caçador. É sempre mais fácil associar figuras mais familiares, é o caso do Sagitário, que lembra mais um bule que um ser metade homem, metade cavalo. A constelação da Baleia é uma das mais fáceis de reconhecer no firmamento.

QUINTA ATIVIDADE

Organize uma visita ao planetário da cidade ou da universidade. Registre na agenda o roteiro da visita. Ao chegar do passeio, proponha que anote no diário de campo as descobertas que realizaram. Caso não seja possível, convide um astrônomo para vir a sala conversar com a turma.

Nota: Todas essas atividades podem ser encontradas no Portal do Professor. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=27939>

APÊNDICE D - SUGESTÃO DE ATIVIDADES DO CAPÍTULO 3 (TRÊS) DO LIVRO DIGITAL

SUGESTÃO DE ATIVIDADES



✚ **PRIMEIRA ATIVIDADE:** Conhecendo os planetas do Sistema Solar.

Ao clicar no link <https://youtu.be/zlfvrursef8>, você terá acesso ao vídeo “Viajando pelo Sistema Solar” com duração de 14 minutos e 45 segundos.

Ao final do vídeo, você pode propor que os alunos produzam um pequeno texto sobre o que entenderam sobre o Sistema Solar, fazendo a leitura do mesmo.

✚ **SEGUNDA ATIVIDADE:** Bolas de isopor para representação do Sol, da Terra e da Lua.

Tenha Bolas de isopor de vários tamanhos e peça para os alunos escolherem três bolas para representar o Sol, a Terra e a Lua. Depois discuta a escolha deles. Por que você escolheu essas bolas? Como você sabe disso? Viu em algum livro, na TV, ou alguém lhe falou?

Depois de discutida a escolha deles, explique para os alunos o que é diâmetro e apresente para eles o diâmetro da Terra, do Sol e da Lua.

Diâmetro do Sol = 1.391.000 km

Diâmetro da Terra=12.742 km

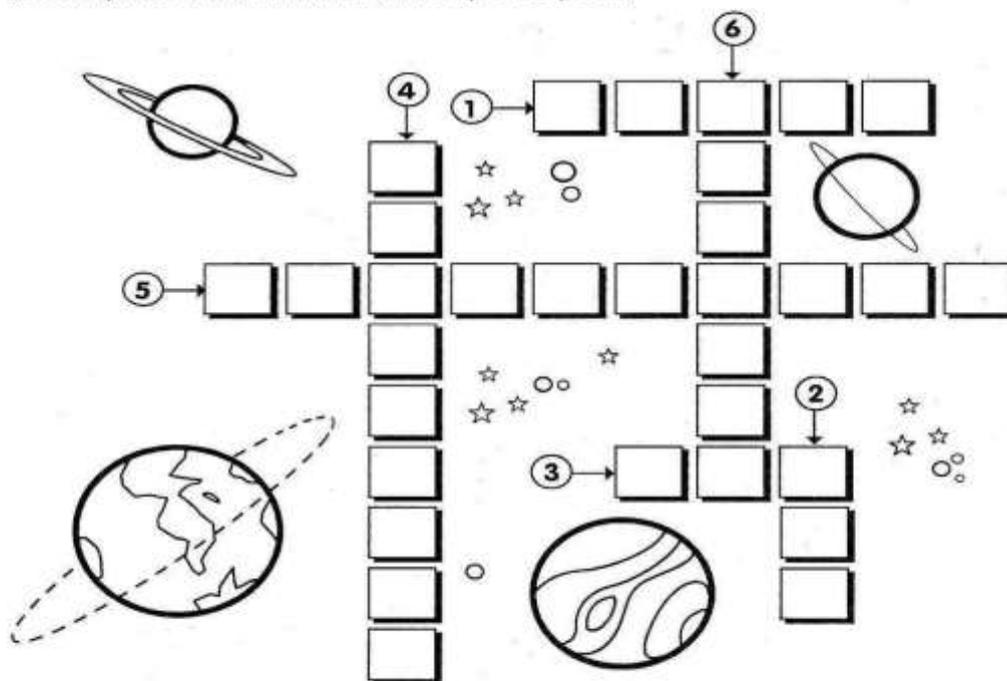
Diâmetro da Lua=3.474,2 km

Ao final da aula, pergunte para os alunos se as escolhas que eles fizeram para representar a Lua, a Terra e o Sol estão corretas.

✚ **TERCEIRA ATIVIDADE:** “A CRUZADA DO SISTEMA SOLAR”.

CRUZADA DO SISTEMA SOLAR

1 Complete a cruzadinha com o que se pede.



- ① Nome do planeta em que vivemos, com quatro letras.
- ② Satélite natural da Terra, com três letras.
- ③ Estrela do nosso Sistema Solar, com três letras.
- ④ Força invisível que atrai todos os corpos para a superfície da Terra, com nove letras.
- ⑤ Movimento que a Terra faz em torno do Sol, com dez letras.
- ⑥ Movimento que a Terra faz em volta de si mesma, com sete letras.

Respostas: Terra, Lua, Sol, gravidade, translação, rotação.

70

Disponível

em:

https://www.google.com/search?q=palavras+cruzadas+sobre+a+hist%C3%B3ria+da+ciencia&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjY_5v4_cXiAhVTLLkGHZk1B0sQ_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgrc=S DO3LiCuTUfQM:

✚ QUARTA ATIVIDADE: Produção do Sistema Solar.

Traga revistas, os alunos irão selecionar e identificar as ilustrações relacionadas ao Sistema Solar, como: a Lua, os planetas e as estrelas. Após recortar as imagens, eles montarão um esquema com as figuras, de forma a produzir uma réplica do Sistema Solar.

✚ **QUINTA ATIVIDADE** Seminário sobre os planetas do Sistema Solar.

Será proposto um seminário em grupos para os alunos que será apresentado na aula seguinte. Serão 8 grupos e cada grupo apresentará um planeta do Sistema Solar. A escolha do planeta será por sorteio. O planeta de cada grupo será escolhido mediante um sorteio realizado na aula anterior. Cada grupo terá no máximo 10 minutos para a apresentação e terá que abordar os seguintes tópicos:

- 1) DIÂMETRO DO PLANETA;
- 2) DISTÂNCIA DO PLANETA AO SOL E A TERRA;
- 3) GRAVIDADE DO PLANETA;
- 4) SE É POSSÍVEL TER VIDA NO PLANETA;
- 5) SE O PLANETA POSSUI SATÉLITES NATURAIS;
- 6) A MASSA DO PLANETA EM RELAÇÃO A TERRA;
- 7) IDENTIFICAR SE É UM PLANETA ROCHOSO OU UM PLANETA GASOSO.
- 8) A TEMPERATURA DO PLANETA;
- 9) CARACTERÍSTICAS PECULIARES DO PLANETA.

✚ **SEXTA ATIVIDADE:** Produção de uma maquete do Sistema Solar.

A turma poderá ser dividida em grupos para a construção da maquete do Sistema Solar. Após o término da maquete, poderá ser realizada uma pequena exposição no pátio da escola durante o intervalo para as outras turmas.

APÊNDICE E - SUGESTÃO DE ATIVIDADES DO CAPÍTULO 4 (QUATRO) DO LIVRO DIGITAL

SUGESTÃO DE ATIVIDADES



✚ PRIMEIRA ATIVIDADE: Aplicação do júri simulado.

Explicar para os alunos que o júri simulado consiste numa dinâmica de grupo a ser utilizada, preferencialmente, quando se pretende abordar temas potencialmente geradores de polêmicas. A prática simula um tribunal judiciário, em que os participantes têm funções predeterminadas. Os alunos serão divididos em três grupos: dois grupos de alunos de debatedores e uma equipe responsável pelo veredito (o júri popular) composta por 3 a 5 alunos. O papel da professora é o de coordenar a prática e apenas controlar o tempo para cada grupo defender sua tese e atacar a tese defendida pelo grupo oponente. O professor pode propor o tema ou pedir sugestões aos alunos. Ao final da prática, as questões lançadas pelos alunos poderão ser problematizadas pelo professor esclarecendo-as.

ETAPAS	TEMPO
Socializar as ideias nos grupos	10 min
Defesa da tese inicial	10 min (5 min para cada grupo)
Debate entre grupos	20 min
Considerações finais	10 min (5 min para cada grupo)
Veredito	5 min

✚ SEGUNDA ATIVIDADE: Utilizar o simulador *Solar System Scope*.

O *Solar System Scope* é um simulador 3D, interativo do Sistema Solar. Explicar para os alunos como funciona o simulador, perguntar para os alunos o que acharam do *Solar System Scope* e pedir que façam algumas simulações.

TERCEIRA ATIVIDADE: Aplicação do Jogo didático - Tapete Solar.

O professor pode pedir para que os alunos façam as perguntas que serão lidas e selecionadas pelo professor para serem utilizadas no jogo didático (figura1). A turma será dividida em 4 grupos, em que apenas um aluno será escolhido por seu grupo para ficar no Tapete Solar e os outros componentes do grupo poderão ajudá-lo. Cada grupo será identificado por um crachá e por uma cor e terá o nome de uma constelação. Um banner (figura 2) será exposto na sala de aula com as regras do jogo e com a legenda com as ações a serem realizadas. O Tapete Solar foi confeccionado com TNT vermelho, papel chamex colorido e as figuras foram impressas da internet.

GRUPO 1: ANDRÔMEDA

GRUPO 2: CRUZEIRO DO SUL

GRUPO 3: ÓRION

GRUPO 4: SAGITÁRIO

Figura 1: Tapete Solar

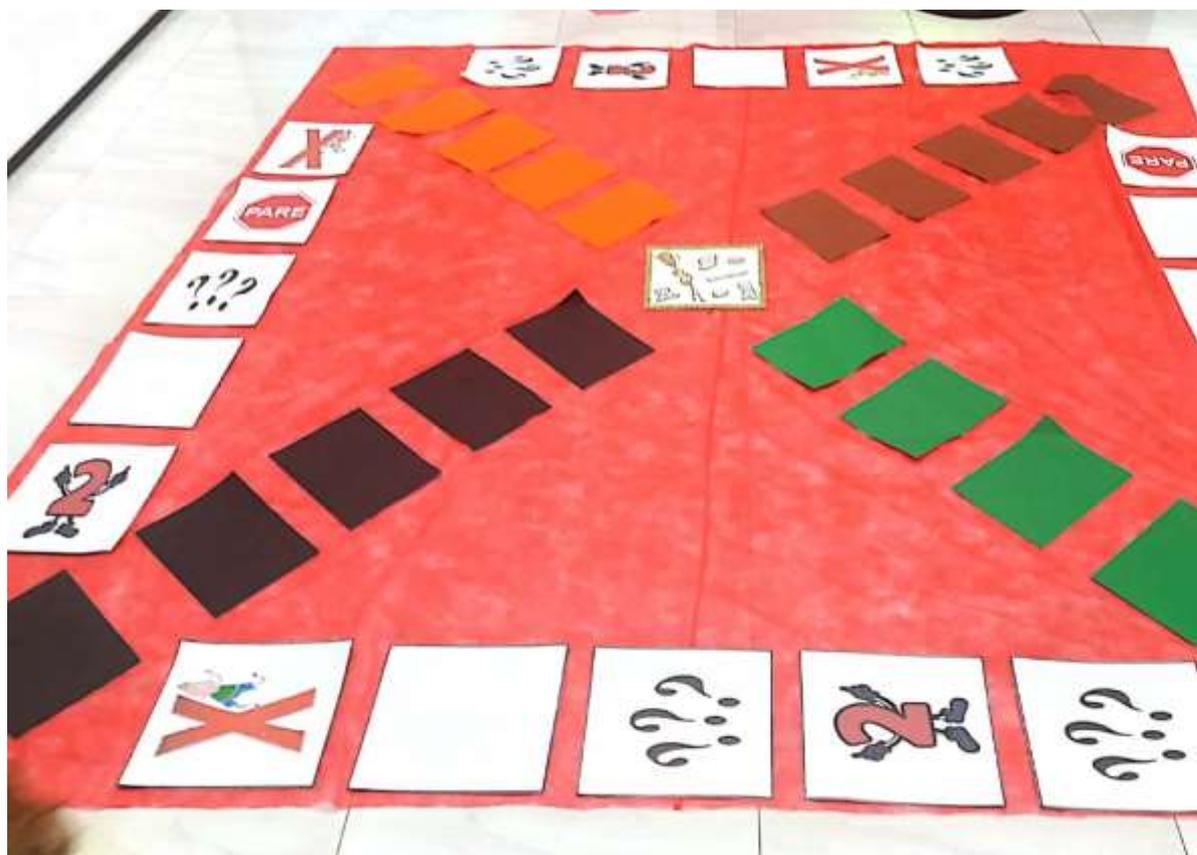


Figura 2: Regras do jogo e legenda com ações a serem realizadas



REGRAS

Número de jogadores: 04 (quatro);

 O jogo inicia com o jogador que ao lançar o dado obtiver o maior número. Caso haja empate, os jogadores repetirão procedimento até desempatar;

 Os jogadores caminharão em sentido horário, de acordo com o que tirar ao lançar o dado;

 Durante o caminho há espaços com perguntas. Onde o jogador deverá responder, ou outras ações que deve realizar;

Está na reta final. Jogue o dado e responda para passar adiante.

Quais são os oito planetas que compõem o Sistema Solar?

Acertou: avance 1 casa.

Errou: volte 1 casa.

 Ganhará o jogador que conseguir dar uma volta inteira no retângulo e chegar ao centro do caminho que tem sua cor.

LEGENDA

-  → Volte duas casas.
-  → Avance duas casas.
-  → Pergunta! Acertou! Parabéns! Avance 3 casas; Errou. Não adianta reclamar. Volte 1 casa.
-  → Fica preso por uma rodada. Aproveite para descansar.

APÊNDICE F – AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA

C. E FRANCISCO GONÇALVES MAGALHÃES			
CURSO: ENSINO MÉDIO	SÉRIE:	SALA:	TURNO:
PROFESSOR(A): ANDREIA SOARES			
ALUNO(A):			
AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA		DATA / /	

OBSERVAÇÃO: Para cada item abaixo, atribua uma nota de 1 a 5 de acordo com seu grau de concordância, seguindo o código:

- Nota 1: Discordo totalmente;
- Nota 2: Discordo parcialmente;
- Nota 3: Indiferente;
- Nota 4: Concordo parcialmente;
- Nota 5: Concordo totalmente.

Após avaliar os itens, efetue a soma das notas e escreva o resultado no quadro indicado.

ITENS	QUESTÕES	NOTAS
1	Os conteúdos utilizados no Livro Digital lhe permitiram compreender mais sobre como a Física está presente em nosso dia a dia?	
2	A utilização do Livro Digital nas aulas de Física lhe proporcionou uma aprendizagem mais agradável?	
3	O compartilhamento dos seus conhecimentos adquiridos nas aulas de Física, através desse recurso digital, contribuiu para ampliar sua aprendizagem na disciplina?	
4	Abordar temas de interesse coletivo, como Universo, Terra, Vida e Tecnologia é essencial para melhorar a qualidade das aulas de Física?	
5	O Livro Digital lhe permitiu associar os conteúdos da Física com outras áreas do conhecimento?	
6	A utilização dessa metodologia se fez oportuna, pois não se baseia apenas nas aplicações de fórmulas matemáticas?	
7	As aulas de Física que utilizam apenas quadro e pincel são cansativas e pouco privilegiam a participação do aluno na construção do conhecimento?	
8	O Livro Digital proporcionou o trabalho em equipe entre os alunos, cujo conhecimento produzido pôde ser compartilhado com a comunidade escolar?	
Soma	Escreva a soma das notas no quadro ao lado	

Obrigada!

APÊNDICE G – PRODUTO EDUCACIONAL “*DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO INFINITO*”, LIVRO DIGITAL SOBRE ASTRONOMIA E GRAVITAÇÃO UNIVERSAL



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



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

ANDREIA SOARES DE SOUSA REIS

DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DO INFINITO
LIVRO DIGITAL SOBRE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E ASTRONOMIA

Produto educacional submetido ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Piauí (UFPI) no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

TERESINA

2020

Universidade Federal do Piauí (UFPI), *campus* Petrônio Portela

Reitor

Prof. Dr. José Arimatéia Dantas Lopes

Sociedade Brasileira De Física – SBF

Presidente

Prof. Dr. Rogério Rosenfeld (UNICAMP)

Mestrado Nacional Profissional Em Ensino De Física – MNPEF

Coordenador Nacional

Prof. Dr. Marco Antônio Moreira (UFRGS)

Coordenadora do polo

Prof. Dr.^a Cláudia Adriana de Sousa Melo (UFPI)

**Desvendando os Mistérios do Infinito – Livro Digital sobre Astronomia e Gravitação
Universal**

Elaboração

Andreia Soares de Sousa Reis

Orientação

Prof. Dr.^a Hilda Mara Lopes Araújo (UFPI)

Revisão

Prof. Esp. Lucianno Cabral Rios (SEDUC-PI)

Projeto gráfico – Capa – Diagramação

Andreia Soares de Sousa Reis

E-mail

andreareisportela@gmail.com

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	140
2 O USO DO LIVRO DIGITAL PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	141
3 PRODUÇÃO DO LIVRO DIGITAL NA PERSPECTIVA DE DAVID PAUL AUSUBEL.....	143
3.1 COMO UTILIZAR O LIVRO DIGITAL.....	145
3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE APLICAÇÃO DO PRODUTO.....	145
4 O LIVRO DIGITAL.....	149
REFERÊNCIAS.....	215

INTRODUÇÃO

O produto Educacional apresentado foi o trabalho desenvolvido para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), trata-se de um Livro Digital que aborda os conceitos de Astronomia e Gravitação Universal, aplicado em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio, sendo resultado da dissertação desenvolvida sob a orientação da Prof.^a Dr.^a Hilda Mara Lopes Araújo, docente da Universidade Federal do Piauí.

A existência de Livros Digitais cresceu exponencialmente com a expansão tecnológica, principalmente por causa da *internet* e tem muitas vantagens como a comodidade e a facilidade de acesso em qualquer lugar desde que você tenha um *tablet*, celular, computador dentre outros aparelhos.

A tarefa de produzir um Livro Digital, de fácil acesso, gratuito não é uma das tarefas mais fáceis, pois deve-se ter fidelidade aos assuntos, comprometimento com a aprendizagem dos alunos, maturidade no domínio dos conteúdos e bom referencial teórico.

O Livro Digital apresenta dois conceitos importantes da Física: o de Gravitação Universal e Astronomia, e através de uma forma interativa, clara, prática com a finalidade de fugir do abstracionismo presente no Ensino de Física, utilizou elementos do cotidiano do alunado para evitar o tratamento tecnicista, assim como o formalismo da maioria dos livros didáticos, visando sempre à aprendizagem significativa dos discentes.

Diante do exposto, o Livro Digital apresenta quatro capítulos, o primeiro capítulo - *Descortinando o Universo*, trata da origem do Universo ressaltando a teoria do *Big Bang* até os dias atuais, o segundo capítulo - *Beleza Estelar* fala sobre a vida das estrelas, o nascimento e a morte delas, o terceiro capítulo - *Explorando o Sistema Solar* faz uma explanação sobre a origem do Sistema Solar, os planetas que o compõem.

Nessa perspectiva, o quarto capítulo *A Perscrutar Saberes* tem como principal diferencial a sequência e desenvolvimento do conteúdo abordando tópicos como as leis de Kepler e a teoria da Gravitação Universal proposta por Isaac Newton, além de muitas curiosidades a respeito desses temas, experimentos, figuras e paradigmas da época.

Desse modo, *Desvendando os Mistérios do Infinito* é um livro feito para alunos e professores que tenham curiosidade a respeito dessa imensidão que é o Universo. Para ter acesso às imagens animadas ou aos vídeos, é só clicar nas palavras com cor azul, as imagens mostradas no livro estão fora de escala, algumas imagens são meramente ilustrativas. As descobertas feitas sobre o Universo são os resultados de vários pensadores durante milhares de anos com a finalidade de descobrir como se originou e nos encaixamos nessa imensidão.

Diante do exposto, para ter acesso ao livro, é só clicar no *link*, https://drive.google.com/file/d/1vmW7fHLjTpNQdaXU_Kc_0JrgEvCO_jfI/view?usp=sharing, sendo que o mesmo pode ser feito download em celulares, computadores, assim o leitor pode salvar as imagens animadas, ampliá-las, reduzi-las, compartilhar os links das imagens e além de adicionar comentários.

Nesse sentido, essas são importantes ferramentas utilizadas ao longo da proposta do Livro Digital, que podem contribuir para o avanço significativo do processo de ensino e aprendizagem, principalmente do ponto de vista cognitivo, tentando aproximar o cotidiano e a vida em sociedade do ambiente escolar.

Sendo assim, cada conceito físico exposto no Livro Digital traz consigo um vídeo ou uma imagem animada que faça com que o aprendiz reflita sobre a construção do seu próprio conceito físico, ou no seu conhecimento prévio acerca do assunto e em seguida possa aproximar-se do conceito proposto pelo Livro Digital, servindo, assim, de esteio para construção de significado.

2 O USO DO LIVRO DIGITAL PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A tecnologia digital “*Desvendando os Mistérios do Infinito*” pode ser utilizada nas escolas para alunos do Ensino Fundamental e Ensino Médio, pois possui uma linguagem simples e atraente ao alunado e considera aquilo que o aluno já sabe e de acordo com Ausubel (1980), isso é um dos fatores mais importantes da sua teoria.

A aprendizagem significativa é um processo pelo qual a informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de ‘conceito subsunçor’ ou, simplesmente, ‘subsunçor’, existente na estrutura cognitiva de quem aprende (MOREIRA, 2006).

A utilização do Livro Digital torna o ensino de Física mais agradável aos estudantes, devido à tecnologia que atrai os jovens e ao fato de que com pouco peso é possível carregar milhares de livros e como afirma Procópio (2010), a respeito dos benefícios do livro eletrônico no meio acadêmico que há a comodidade do uso acadêmico dos *e-readers*, em que enciclopédias e livros de referência podem ser facilmente armazenados num único suporte eletrônico, incluindo aí a leitura de periódicos técnicos ou mesmo de interesse geral, como jornais e revistas.

Outro aspecto a ser considerado, o livro eletrônico colabora para a preservação ambiental em detrimento do livro impresso, pela economia de papel gerada, sendo também mínimo o gasto com energia.

Em relação ao armazenamento, a grande vantagem é que o espaço físico ocupado é o tamanho do próprio aparelho leitor. No caso das bibliotecas é importante destacar que não é necessário manter estoques com vários exemplares, facilitando a preservação da informação e o descarte de itens obsoletos.

Assim, Chartier (1998) comenta que o texto eletrônico, enfim, parece estar ao alcance de nossos olhos e de nossas mãos um sonho antigo da humanidade, que se poderia resumir em duas palavras, universalidade e interatividade.

Os aspectos intrínsecos ao Livro Digital, possíveis por intermédio dos avanços tecnológicos, como formato, ampla e rápida difusão do conteúdo e fácil distribuição, podem viabilizar a universalização do livro e, até mesmo, a possibilidade de existência real de uma biblioteca universal.

Além do mais, *Desvendando os Mistérios do Infinito* permite que os alunos mergulhem nessa imensidão que é o Universo sem sair do lugar, através da motivação pela leitura com figuras animadas, em que eles podem adicionar comentários virtualmente, compartilhar ideias e imagens com os colegas e para que realmente o alunado aprenda ele tem que estar disposto e queira realmente aprender (AUSUBEL, 1980).

Face o exposto, uma das vantagens desse Livro é que o mesmo depois de baixado em celulares, computadores, etc., pode ser acessado tanto *on-line* quanto *off-line*, isso permite a democratização do acesso à leitura a um nível ainda mais abrangente e de uma maneira extraordinária, com um simples clique (PROCÓPIO, 2010).

Nesse sentido, o Livro Digital *Desvendando os Mistérios do Infinito* não foi produzido para substituir o livro didático impresso e sim para complementá-lo, oferecendo uma nova experiência de aprendizagem, com a possibilidade de abordar os conceitos de Astronomia e Gravitação Universal, permitindo uma leitura mais fluida e dinâmica de modo a tornar mais eficaz o processo de ensino e de aprendizagem.

Desse modo, a utilização desse recurso digital torna as aulas de Física mais interessantes e atraentes, instigando a curiosidade dos alunos próxima à motivação que eles têm pelas tecnologias, elaborando estratégias que deem significado a este universo do conhecimento, aproveitando a oportunidade de promover mudanças efetivas na área do Ensino, de modo que o aluno possa sentir-se envolvido, pertencente àquele universo (SEABRA, 2010).

Nesse contexto, os Livros Digitais se tornaram muito populares nos últimos anos principalmente entre os jovens. As principais editoras do Brasil já investem nesse modelo, devido à alta rentabilidade que oferece, além de estar totalmente alinhado às novas tecnologias.

3 PRODUÇÃO DO LIVRO DIGITAL NA PERSPECTIVA DE DAVID PAUL AUSUBEL

A produção do Livro Digital foi uma tarefa árdua, pois tivemos preocupação com o conteúdo a ser trabalhado para que o mesmo se apresentasse aos alunos de forma correta, atraente e contemplasse os pressupostos da aprendizagem significativa de Ausubel, sendo construído de forma conjunta com os estudantes através de sugestões e curiosidades deles.

Assim, esse Livro foi todo feito no Power Point e depois convertido em PDF e pode ser acessado de celulares, computadores ou qualquer aparelho de leitura digital e além do mais, ao final de cada capítulo apresenta as curiosidades e as sugestões de atividades que pode ser acessado com apenas um clique.

Por conseguinte, os alunos realizaram várias atividades (vide apêndice B, C, D e E) que considerassem os três tipos gerais de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora (MOREIRA, 2006).

A primeira que podemos destacar é a cognitiva que resulta no armazenamento organizado de informações na mente daquele que aprende, ou seja, a aprendizagem cognitiva é o processo de armazenamento e organização da aprendizagem. Assim, quando o aluno estudando Gravitação Universal conseguiu armazenar e organizar as ideias a respeito deste conteúdo dizemos que houve a aprendizagem cognitiva.

A aprendizagem afetiva resultou de sinais internos dos alunos como satisfação, alegria, prazer em aprender e demonstrar esse conhecimento apreendido para os colegas através da interação entre eles e atividades em grupo. Algumas dessas experiências afetivas acompanham sempre as experiências cognitivas, assim a aprendizagem afetiva é concomitante com a aprendizagem cognitiva.

A psicomotora é aquela que envolve respostas musculares adquiridas mediante ao treino e a prática através de desenhos, escrita, produção de maquetes, jogos. Assim, para que o aluno aprendesse alguma habilidade psicomotora ele precisou de uma série de conceitos aprendidos cognitivamente antes mesmo desse aprendizado psicomotor.

Para Ausubel dentre as três aprendizagens, a mais importante é a cognitiva, pois segundo ele a aprendizagem cognitiva, é aquela que resulta no armazenamento organizado de

informações na mente do ser que aprende, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva (MOREIRA, 2006).

A aprendizagem consiste na ampliação da estrutura cognitiva através da incorporação de novas ideias a elas. Portanto, a construção do Livro Digital valorizou a estrutura cognitiva do aprendiz, com conceitos físicos que tiveram relação e significado relevante com aquilo que o aprendiz detém de conhecimento prévio.

Além disso, para acionar os conhecimentos prévios dos alunos ao utilizar o Livro Digital, antes de iniciar o primeiro capítulo, possui um questionário aberto de doze questões que foram respondidos por eles e depois discutidos em sala de aula com a professora.

A aprendizagem significativa envolve a construção de novos significados e para Tavares (2016) são necessárias três condições:

- 1) O material instrucional do Livro Digital como Astronomia e Gravitação Universal foi estruturado de maneira lógica, para que fizesse sentido para o alunado;
- 2) A existência na estrutura cognitiva do aprendiz de conhecimento relacionável com o novo conteúdo, de maneira que fizemos uso de conhecimentos prévios e organizadores prévios;
- 3) A vontade e disposição do aprendiz de relacionar o novo com aquilo que ele já sabe e ser capaz de fazer relação com o seu cotidiano.

A construção do Livro Digital é uma proposta que visou atingir essas três principais necessidades apontadas por Ausubel para se adquirir uma aprendizagem realmente significativa. A utilização do Livro Digital, de modo a facilitar o aprendizado dos conceitos de Gravitação Universal e Astronomia através de animações, vídeos, simuladores e imagens, dispõe de uma sequência didática que contempla esses conceitos de forma organizada e que considera os conhecimentos prévios do aprendiz. E por fim, o Livro Digital é dinâmico e interativo despertando no aprendiz interesse e motivação pelo material tecnológico.

A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação aporta-se em conceitos que já existem na mente do aprendiz. Essa nova informação torna-se um subsunçor para gerar novos significados para estrutura cognitiva do ser que aprende. Aqui, Ausubel vê uma hierarquia conceitual em que elementos de conceitos mais específicos estão ligados a conceitos mais gerais (MOREIRA, 2006).

Por conseguinte, no conteúdo de Gravitação Universal, por exemplo, primeiro foi ensinado sobre aceleração da gravidade, pois se existir na estrutura cognitiva do aprendiz, ele serve de subsunçor para novas informações referentes a esses conceitos, como, por exemplo, o conceito de força gravitacional, que leva a outro conceito o da Lei da Gravitação Universal formulada por Isaac Newton.

O Livro Digital trouxe para os alunos novas possibilidades de informação e conhecimento, ou seja, novos processos educacionais utilizando a multimídia como estratégia diferenciada na elaboração do conteúdo, combinando e interligando com outras ferramentas didáticas (som, imagem, texto); permitindo novas possibilidades de ensinar pela professora e aprendizagem significativa pelos alunos.

Assim, o Livro Digital, *Desvendando os Mistérios do Infinito* não é uma solução milagrosa para melhorar o desempenho dos alunos, compreendemos que o uso dessa tecnologia não é o fim, mas o meio pelo qual o professor e os profissionais da educação desenvolverão suas práticas pedagógicas, definindo as ferramentas e soluções que são mais relevantes para a realidade de cada escola, turma e estudante, bem como a melhor maneira de utilizá-lo no processo de ensino e aprendizagem significativa dos alunos (AUSUBEL, 1980).

3.1 COMO UTILIZAR O LIVRO DIGITAL

O Livro Digital, vem com algumas sugestões de como utilizar esse material e tornar a leitura mais dinâmica e produtiva, sendo um livro feito para alunos e professores que tenham curiosidade a respeito dessa imensidão que é o Universo. Aqui enumeramos algumas dicas de como utilizar este Livro:

1. Para ter acesso às imagens animadas ou aos vídeos, é só clicar nas palavras com cor azul.
2. As imagens mostradas no livro estão fora de escala.
3. Algumas imagens são meramente ilustrativas.
4. Os números sobrescritos nas palavras são as referências das imagens animadas ou vídeos que se encontram no final do Livro.
5. Clicando no capítulo do sumário, você vai direto para o capítulo desejado e vice-versa.
6. Ao final de cada capítulo, são apresentadas as curiosidades e a sugestão de atividades que o professor pode aplicar aos seus alunos.
7. Não esqueça, as descobertas feitas sobre o Universo são os resultados da pesquisa de vários pensadores durante milhares de anos com a finalidade de descobrir como se originou e como nos encaixamos nessa imensidão.

3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DE APLICAÇÃO DO PRODUTO

Demonstramos aqui as etapas de aplicação do Livro Digital, essa demonstração segue apenas como sugestão podendo o professor adequar a sua realidade. Cada encontro corresponde

a duas aulas, cada aula possui 50 minutos em um total de 100 minutos, com exceção do segundo encontro que foram quatro aulas. Segue abaixo o detalhamento dos encontros.

Primeiro encontro: Introdução à unidade e aplicação do questionário (vide apêndice A) para identificar os conhecimentos prévios dos alunos. Essas perguntas fazem parte do primeiro capítulo do LD e fica logo após a epígrafe que foram baixados pelos alunos no celular e para quem estava sem o celular o mesmo foi exposto no Datashow. Essas perguntas foram respondidas pelos alunos e depois discutidas em sala de aula sob a mediação da professora com a intenção de ouvir a opinião do grupo, estimular a curiosidade sobre o assunto, sem a necessidade de chegar a uma resposta final. Após receber os questionários respondidos pelos alunos começamos um passeio incrível pelo Universo através do mundo interativo do LD. Depois, foi pedido para que cada aluno fizesse um mapa conceitual sobre a origem do Universo, fizemos uma exposição inicial sobre como construir um mapa conceitual (vide apêndice B), os mapas foram trocados entre os alunos para que fossem feitas comparações e sugestões e alguns foram apresentados a turma. Ao final da aula, mostramos uma proposta de pesquisa Segunda Atividade (vide apêndice B) para ser realizada em grupo. A turma foi dividida em cinco grupos de cinco pessoas e o trabalho foi enviado para o *e-mail* da professora com as instruções a serem seguidas.

Segundo encontro: Apresentação do segundo capítulo do Livro Digital, Beleza Estelar. Falamos sobre o que são estrelas, o nascimento, vida e morte desses astros e quando as mesmas morriam em que se transformavam e qual a importância de estudá-las para a sociedade atual e as curiosidades a respeito desse tema que também é um tópico que compõe o LD, algumas curiosidades e sugestões dos alunos fizeram parte do LD. Em seguida, foram realizadas em sala de aula da primeira à quarta atividade (vide apêndice C) do tópico “Sugestão de Atividades” final do capítulo 2 (dois). A turma foi dividida em quatro grupos de seis integrantes e todas as atividades foram feitas sob supervisão da professora.

Terceiro encontro: Estudo do terceiro capítulo do Livro Digital, Explorando o Sistema Solar. Começamos a aula com o vídeo “Viajando pelo Sistema Solar” que o aluno tem acesso ao clicar no link <https://youtu.be/zlfvrursetf8> com duração de 14 minutos e 45 segundos. Ao final do vídeo, a turma foi dividida em cinco grupos de cinco alunos para a discussão do vídeo e cada grupo entregou para a professora um pequeno texto sobre o que mais lhe chamou atenção no vídeo. Tratamos sobre a origem do Sistema Solar, conceito e os planetas que o compõem, além das características de cada planeta como distância ao Sol, temperatura do planeta, a quantidade de satélites naturais, período de translação e rotação, além de muitas curiosidades. Foram

realizadas nessas duas aulas da primeira à quinta atividades do tópico “Sugestão de Atividades” (vide apêndice D), a quarta atividade não foi executada por falta de material.

Quarto encontro: Apresentação do quarto capítulo do Livro Digital, Perscrutar Saberes e apresentação do seminário sobre planetas do Sistema Solar. Iniciamos com a apresentação do seminário sobre os planetas do Sistema Solar e o planeta apresentado foi sorteado na aula anterior e cada grupo abordou tópicos estabelecidos pela professora e cada seminário durou em média 10 minutos. Após a apresentação do seminário, começamos a explanação do quarto capítulo, vários temas foram tratados nesse capítulo como: a influência dos mesopotâmicos e egípcios no conhecimento astronômico da Grécia Antiga, o modelo aristotélico sobre o cosmos, o modelo heliocêntrico de Nicolau Copérnico e o geocêntrico de Cláudio Ptolomeu, as observações de Tycho Brahe, a história de Johannes Kepler.

Quinto encontro: Continuação do quarto capítulo Perscrutar Saberes e apresentação da maquete sobre o Sistema Solar. Iniciamos com a apresentação da maquete do Sistema Solar. A ordem das apresentações foi decidida através de sorteio e alguns critérios como organização do grupo, domínio de conteúdo, recursos didáticos utilizados, criatividade na apresentação foram avaliados pela professora. Cada apresentação durou quinze minutos. Em seguida, continuamos o estudo do capítulo quatro com os seguintes tópicos, a lei da Gravitação Universal formulada por Isaac Newton, a Lua, translação, rotação e sua face oculta, aspectos das fases lunares, curiosidades e direção do Sol e fases da Lua, as distâncias e dimensões do sistema Sol-Terra-Lua, tipos de eclipses; duração e periodicidade dos eclipses.

Sexto encontro: Aplicação do júri simulado com o tema Heliocentrismo x Geocentrismo e a utilização do simulador *Solar System Scope*. Iniciamos a aula com o júri simulado (vide apêndice E). Explicamos para os alunos na aula anterior que o júri simulado consiste numa dinâmica de grupo a ser utilizada, preferencialmente, quando se pretende abordar temas potencialmente geradores de polêmicas. Os alunos foram divididos em três grupos: dois grupos de 10 alunos de debatedores e uma equipe responsável pelo veredito (o júri popular) composta por 5 alunos que foram escolhidos por sorteio. O papel da professora foi o de coordenar a prática e apenas controlar o tempo para cada grupo defender sua tese e atacar a tese defendida pelo grupo oponente. Ao final da prática as questões lançadas pelos alunos foram problematizadas pela professora esclarecendo-as.

Roteiro de desenvolvimento do júri simulado

ETAPAS	TEMPO
Socializar as ideias nos grupos	10 min
Defesa da tese inicial	10 min (5 min para cada grupo)

Debate entre grupos	20 min
Considerações finais	10 min (5 min para cada grupo)
Veredito	5 min

Cada grupo teve 5 minutos para a réplica e 20 minutos para o debate entre grupos e 5 minutos para as considerações finais. Para consolidar este momento, solicitamos aos alunos que baixassem nos seus celulares o aplicativo o *Solar System Scope* (vide apêndice E) é um simulador 3D, interativo do Sistema Solar. Inicialmente explicamos para os alunos como funciona o simulador e após algum tempo deles se familiarizando com esse aplicativo, perguntamos o que acharam do *Solar System Scope* e as repostas foram unânimes que adoraram e que todas as aulas deveriam ser iguais à da professora.

Sétimo encontro: aplicação do jogo didático, Tapete Solar, na aula anterior pedimos aos alunos que trouxessem cinco perguntas objetivas com cinco alternativas cada sobre qualquer assunto do LD e um bombom de chocolate. As perguntas feitas pelos alunos foram lidas e selecionadas pela professora para serem utilizadas no jogo didático (vide apêndice E). A turma foi dividida em três grupos de seis alunos e um grupo de sete alunos, em que apenas um aluno foi escolhido por seu grupo para ficar no Tapete Solar e os outros componentes do grupo poderiam ajudá-lo. Cada grupo foi identificado por um crachá e por uma cor e teve o nome de uma constelação, como o grupo 1 (cor marrom) se chamava Andrômeda, grupo 2 (cor verde) Cruzeiro do Sul, grupo 3 (cor preta) Órion e o grupo 4 (cor laranja) Sagitário. Um banner foi exposto na sala de aula com as regras do jogo e com a legenda com as ações a serem realizadas. Os bombons de chocolate foram recolhidos no início da aula para serem entregues ao grupo vencedor. O Tapete Solar foi produzido pela professora utilizando TNT vermelho, papel chamex colorido e figuras impressas que indicavam as ações a serem realizadas.

Oitavo encontro: avaliação da metodologia, aplicamos um questionário (vide apêndice F), composto por 8 (oito) perguntas fechadas sobre o uso dessa metodologia, solicitando que os estudantes atribuíssem nota de 1 (um) a 5 (cinco) pontos a cada uma, conforme seu grau de concordância, assim os participantes da pesquisa poderiam avaliar a utilização do Livro Digital como recurso metodológico.

4 LIVRO DIGITAL



Universidade Federal do Piauí (UFPI), *campus* Petrônio Portela

Reitor

Prof. Dr. José Arimatéia Dantas Lopes

Sociedade Brasileira De Física – SBF

Presidente

Prof. Dr. Rogério Rosenfeld (UNICAMP)

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF

Coordenador Nacional

Prof. Dr. Marco Antônio Moreira (UFRGS)

Coordenadora do polo

Prof.^a Dr.^a Cláudia Adriana de Sousa Melo (UFPI)

**Desvendando os Mistérios do Infinito — Livro Digital sobre Astronomia e
Gravitação Universal**

Elaboração

Andreia Soares de Sousa Reis

Orientação

Prof.^a Dr.^a Hilda Mara Lopes Araújo (UFPI)

Revisão

Prof. Esp. Lucianno Cabral Rios (SEDUC-PI)

Projeto gráfico — Capa — Diagramação

Andreia Soares de Sousa Reis

E-mail

andreareisportela@gmail.com

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

R375d Reis, Andreia Soares de Sousa.
Desvendando os mistérios do infinito [recurso eletrônico].
/Andreia Soares de Sousa Reis. – Teresina: EdUFPI, 2020.
PDF 70 f. il. color.

Modo de acesso: <http://ufpi.br/e-book-edufpi>
ISBN 000-00-000-0000-0

1. Astronomia 2. Gravitação Universal 3. Física – Ensino e
Aprendizagem. 4. Ensino Médio. I. Reis, Andreia Soares de
Sousa II. Título.

CDD 520

Bibliotecária: Caryne Maria da Silva Gomes – CRB3/1461

Dedico este trabalho à
memória do meu amigo
Antônio Carlos Machado e a
toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que iluminou todo o meu caminho, dando-me força e coragem durante esta longa caminhada.

Ao Sandro Portela, que de uma forma muito especial, sempre me deu força, apoiando-me sempre, principalmente nos momentos de maiores dificuldades.

De maneira especial, aos meus pais Aldenora Soares Sobrinha Reis e Afonso de Sousa Reis, a quem agradeço minha existência e a forma como eles me ensinaram a ver a vida.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) e à CAPES, através do Programa de Pós Graduação em ensino de Física, que possibilitou o conhecimento das teorias de aprendizagem, a discussão e análise de diferentes métodos de ensino, além da avaliação daquelas técnicas, adquiridas ao longo da formação e da atuação profissional, por comparação crítica com os novos conhecimentos apresentados.

Aos amigos, colegas de mestrado, cuja parceria foi fundamental na superação dos desafios interpostos e em especial ao meu querido amigo Lucianno Cabral Rios pelas valiosas contribuições e paciência para a realização desse Livro Digital.

A professora Dr.^a Hilda Mara Lopes Araújo que teve toda a paciência na orientação deste trabalho e me incentivou em todos os momentos.

A todos os docentes do curso, pela valiosa contribuição com os saberes adquiridos.

PREFÁCIO

Desvendando os Mistérios do Infinito é um livro feito para alunos e professores que tenham curiosidade a respeito dessa imensidão que é o Universo.

Além do mais, trata dos principais tópicos da Astronomia e da Gravitação Universal, nele você pode viajar pelo infinito sem sair de casa conhecendo desde a sua origem, formação, o nascimento e morte das estrelas, o Sistema Solar, com uma linguagem clara e simples.

Esse livro é o Produto Educacional desenvolvido no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física. Então, desejamos a você caro leitor uma ótima leitura. Divirta-se!

APRESENTAÇÃO

A iniciativa para a produção do Livro Digital (LD) partiu da necessidade de estimular a leitura, a escrita, a motivação, o interesse, a atenção e a difusão de conhecimento no contexto do ensino e aprendizagem da disciplina de Física no Ensino Médio.

Dessa forma, esse recurso digital possibilita que os limites e a imaginação das pessoas sejam explorados, pois traz consigo vídeos, interação, cores e ilustrações. A liberdade do leitor de conduzir sua leitura é potencializada, podendo escolher tamanho de letra, cor, *layout* e, inclusive, a não linearidade da obra, uma vez que o livro eletrônico é uma hiperídia.

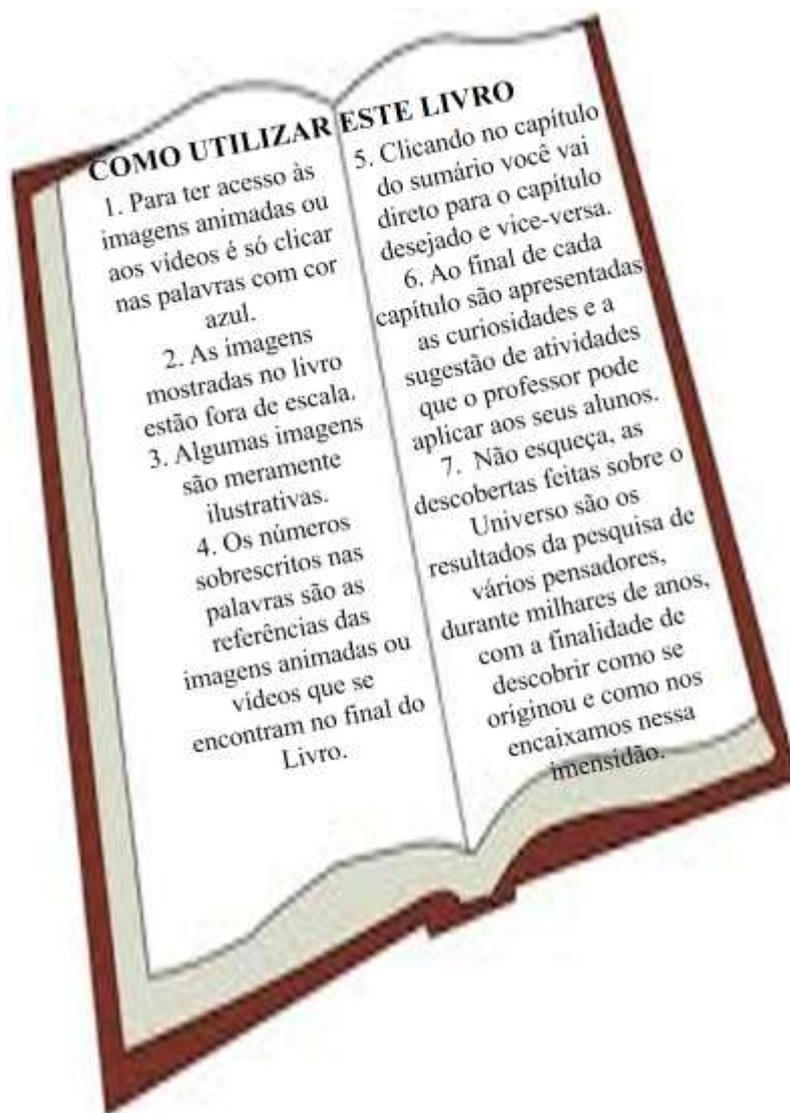
Ao utilizar o Livro Digital, tem-se a liberdade de expandir os textos, as figuras, as animações, os vídeos, contraindo-os, salvando-os e dando voltas. As palavras pulsam, esticam-se e encolhem-se, desafiando a analogia do teclado com a máquina de escrever (BEIGUELMAN, 2003), permitindo, assim, que o aluno seja o protagonista na construção do seu próprio conhecimento e fazendo-o compreender que a Física é a ciência que busca explicações para a beleza dos fenômenos e para fatos que ocorrem na natureza.

Além do mais, esse livro apresenta dois conceitos importantes da Física: o de Gravitação Universal e o de Astronomia. Através de uma maneira interativa, clara,

prática, com a finalidade de fugir do abstracionismo presente no Ensino de Física, utiliza elementos do cotidiano do alunado para evitar o tratamento tecnicista, assim como o formalismo da maioria dos livros didáticos, visando sempre à aprendizagem significativa dos estudantes.

Diante do exposto, o LD apresenta quatro capítulos, o primeiro capítulo - *Descortinando o Universo* - trata da origem do Universo ressaltando a teoria do *Big Bang* até os dias atuais, o segundo capítulo - *Beleza Estelar* - fala sobre a vida das estrelas, o nascimento e a morte delas, o terceiro capítulo - *Explorando o Sistema Solar* - faz uma explanação sobre a origem do Sistema Solar, os planetas que o compõem.

Nessa perspectiva, o quarto capítulo - *Perscrutar Saberes* - tem como principal diferencial a sequência e desenvolvimento do conteúdo abordando tópicos como as leis de Kepler e a teoria da Gravitação Universal proposta por Isaac Newton, além de muitas curiosidades a respeito desses temas, experimentos, figuras e paradigmas da época.



SUMÁRIO

Capítulo 1

Descortinando o Universo

Curiosidades

Sugestão de Atividades

Capítulo 2

Beleza Estelar

Curiosidades

Sugestão de Atividades

Capítulo 3

Explorando o Sistema Solar

Curiosidades

Sugestão de Atividades

Capítulo 4

Perscrutar Saberes

Curiosidades

Sugestão de Atividades

Créditos das imagens ou vídeos

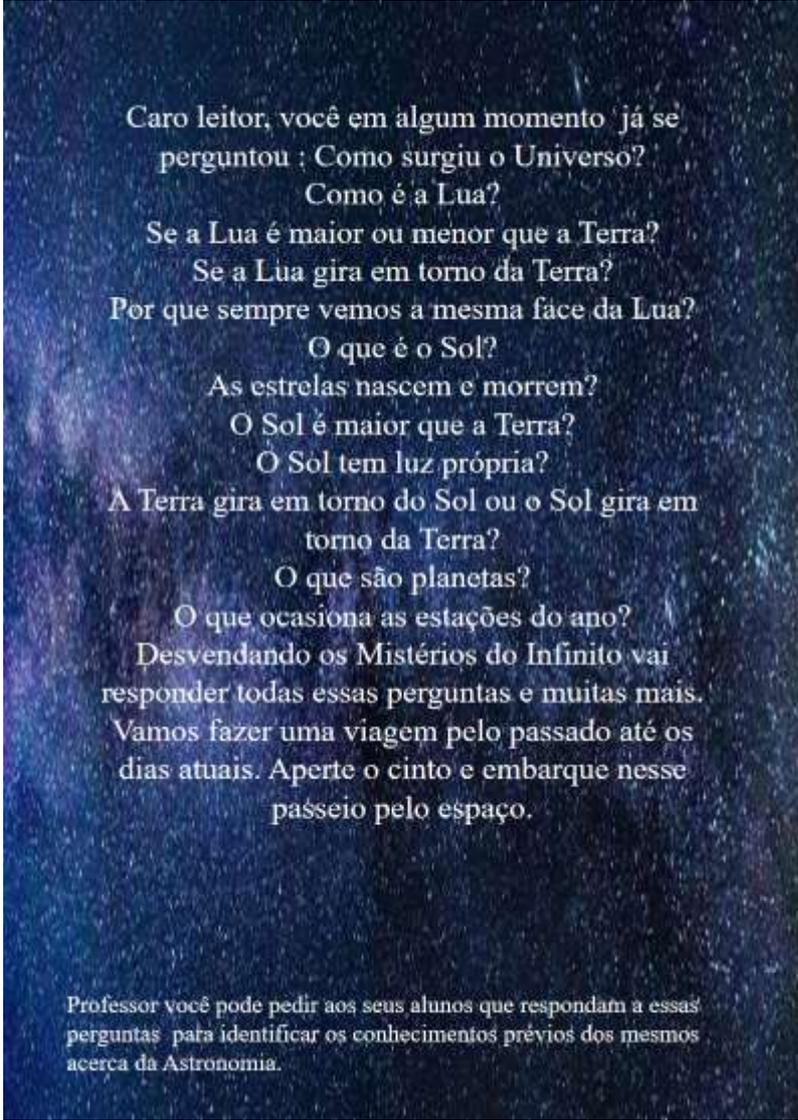
Referências

Capítulo 1

Descortinando o Universo

“É tudo muito pequeno — coisas microscópicas ou menores ainda, partículas elementares — ou muito grandes, como astros e estrelas. São mundos completamente invisíveis para nós; mas que são revelados pela ciência”.

Marcelo Gleiser



Caro leitor, você em algum momento já se perguntou : Como surgiu o Universo?
Como é a Lua?
Se a Lua é maior ou menor que a Terra?
Se a Lua gira em torno da Terra?
Por que sempre vemos a mesma face da Lua?
O que é o Sol?
As estrelas nascem e morrem?
O Sol é maior que a Terra?
O Sol tem luz própria?
A Terra gira em torno do Sol ou o Sol gira em torno da Terra?
O que são planetas?
O que ocasiona as estações do ano?
Desvendando os Mistérios do Infinito vai responder todas essas perguntas e muitas mais. Vamos fazer uma viagem pelo passado até os dias atuais. Aperte o cinto e embarque nesse passeio pelo espaço.

Professor você pode pedir aos seus alunos que respondam a essas perguntas para identificar os conhecimentos prévios dos mesmos acerca da Astronomia.



Você já parou para pensar em como surgiu essa imensidão do [Universo](#)¹? O Universo sempre fascinou os seres humanos. É difícil identificar uma cultura que não se tenha encantado e se ocupado em observar cuidadosamente o [céu](#)².

Ao mesmo tempo, em que admiramos a sua extensão e beleza, sentimos o desafio de conhecê-lo e o desejo de descobrir a sua conexão conosco. Chamamos de Universo o [espaço](#)³ com toda a matéria e toda a energia existente nele.

Ao investigarmos o Cosmo estamos também indagando sobre a nossa própria origem, quem somos e para onde vamos?

A teoria mais aceita atualmente para explicar como o Universo se formou é a do Big Bang, uma expressão em inglês que pode ser traduzida como “Grande Explosão”.

Essa teoria sustenta que o Universo surgiu a partir da [explosão](#)⁵ de uma única partícula, o átomo primordial e que o mesmo está em contínua expansão.

Esse átomo gerou um cataclismo cósmico sem igual há 13,8 bilhões de anos.

Antes do Big Bang, havia uma mistura de partículas subatômicas como [quarks](#)⁶, [elétrons](#)⁷, neutrinos que se moviam em todos os sentidos com velocidades próximas à da [luz](#)⁸.



As primeiras partículas pesadas, prótons e nêutrons, associaram-se formando os núcleos de [átomos leves](#)⁹, como [hidrogênio](#)¹⁰, [hélio](#)¹¹ e lítio, que estão entre os principais elementos químicos que fazem parte do Universo.

Ao expandir-se, o Universo também se resfriou, passando da cor violeta à amarela, depois laranja e vermelha.



Cerca de 1 milhão de anos após o instante inicial, a matéria e a radiação luminosa se separaram e o Universo tornou-se transparente: com a união dos elétrons aos núcleos atômicos, a luz pôde caminhar livremente. Cerca de 1 bilhão de anos depois do Big Bang, os elementos químicos começaram a se unir dando origem às [galáxias](#)¹².



Quando dizem que o Universo é infinito, não duvide! Existe uma ordem de grandeza na escala de 100 bilhões de galáxias (a palavra "ordem de grandeza" dá ideia de que esse número está entre 100 bilhões e 1000 bilhões!). Para se ter uma ideia, o número de estrelas existentes no Universo é superior aos de grãos de areia de todas as praias do nosso planeta!

SUGESTÃO DE ATIVIDADES



Para acessar a atividade, é só clicar no ícone Tarefas



Capítulo 2

Beleza Estelar

“São as noites mais escuras
que exibem as estrelas
mais brilhantes”.

Theodore Roosevelt

Estrelas¹³ são imensas esferas de gás constituídas basicamente de hidrogênio e hélio. Elas brilham¹⁴ porque produzem energia através de reações nucleares. Você já parou para pensar como nascem ou morrem?

Por incrível que pareça, as estrelas também tem o seu ciclo de vida: nascem, crescem e morrem.

Elas nascem no que chamamos de berçário estelar¹⁵ que são imensas nebulosas¹⁶ de gases compostas de Hidrogênio e Hélio.

Nessa nebulosa¹⁸, pode haver regiões com maior concentração de gases. Nessas regiões a força gravitacional é maior, o que faz com que ela comece a se contrair.

Quando um gás se contrai, ele esquenta (note, por exemplo, que, ao encher um pneu de bicicleta, a bomba fica quente porque o ar foi comprimido). Por isso a temperatura desses gases vai aumentando.



BERÇÁRIO ESTELAR





O que mantém as estrelas estáveis é um equilíbrio entre a força gravitacional (que tende a puxar todo o seu conteúdo para o centro) e a pressão (que faz com que os gases se expandam).

A medida que as estrelas vão queimando o seu combustível nuclear, a temperatura (no seu centro) vai aumentando, isso faz com que elas se expandam virando o que chamamos de Gigantes Vermelhas.²¹

Quando o Sol atingir essa fase de Gigante Vermelha, engolirá Mercúrio, Vênus e a Terra, chegando próximo à órbita de Marte. Não se desespere, ainda faltam 4 bilhões de anos para isso acontecer! O Sol é uma estrela de meia - idade, existindo a 4,5 bilhões de anos.

JAZ UMA ESTRELA ²²!



Uma estrela, quando morre, pode se tornar uma *Anã Branca* ²³ ou uma *Supernova* ²⁴. A *Supernova* ²⁵ no que lhe concerne pode se tornar uma *estrela de nêutrons* ²⁷ ou um temível *buraco negro* ²⁸, mas isso tudo vai depender da massa da estrela.



Se a estrela tiver menos que oito vezes a massa do *Sol*, ²⁹ ela se esfriará virando uma *Anã Branca* ³⁰.

As *Anãs Brancas* podem ter tamanhos comparáveis ao da Terra, porém com massas próximas à do Sol.



A *Supernova* ³¹ é a morte catastrófica de grandes estrelas, um corpo celeste que teve origem após a explosão de uma estrela cuja massa é 10 vezes a massa do Sol.

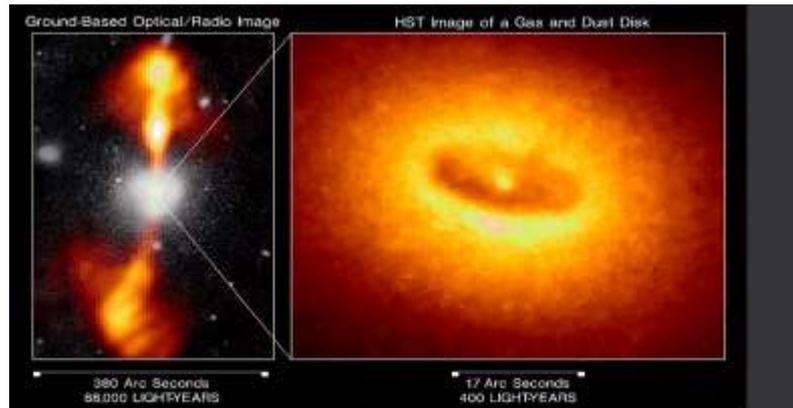


Foto da [nebulosa de Caranguejo](#)³². Ela é o resíduo da explosão de uma Supernova. Em seu centro foi detectado um pulsar (estrela de nêutrons). Foto do telescópio espacial Hubble. (NGC4261)

As [estrelas de nêutrons](#)³³ são os resíduos da explosão de uma [Supernova](#)³⁴. O diâmetro de uma [estrela de nêutrons](#)³⁵ é de 10 km.

Como elas têm massas um pouco maiores que a do [Sol](#)³⁶, são objetos inimaginavelmente densos: uma colher de chá de uma [estrela de nêutrons](#)³⁷ pode pesar um milhão de toneladas! Algumas giram muito rápido, dando uma volta a cada milésimo de segundo!

As estrelas de nêutrons podem ter um campo magnético muito forte, o que faz que as ondas de rádio sejam emitidas num feixe estreito. Ao girarem, o pulso pode passar pela Terra, isso faz com que essas estrelas pareçam faróis cósmicos.



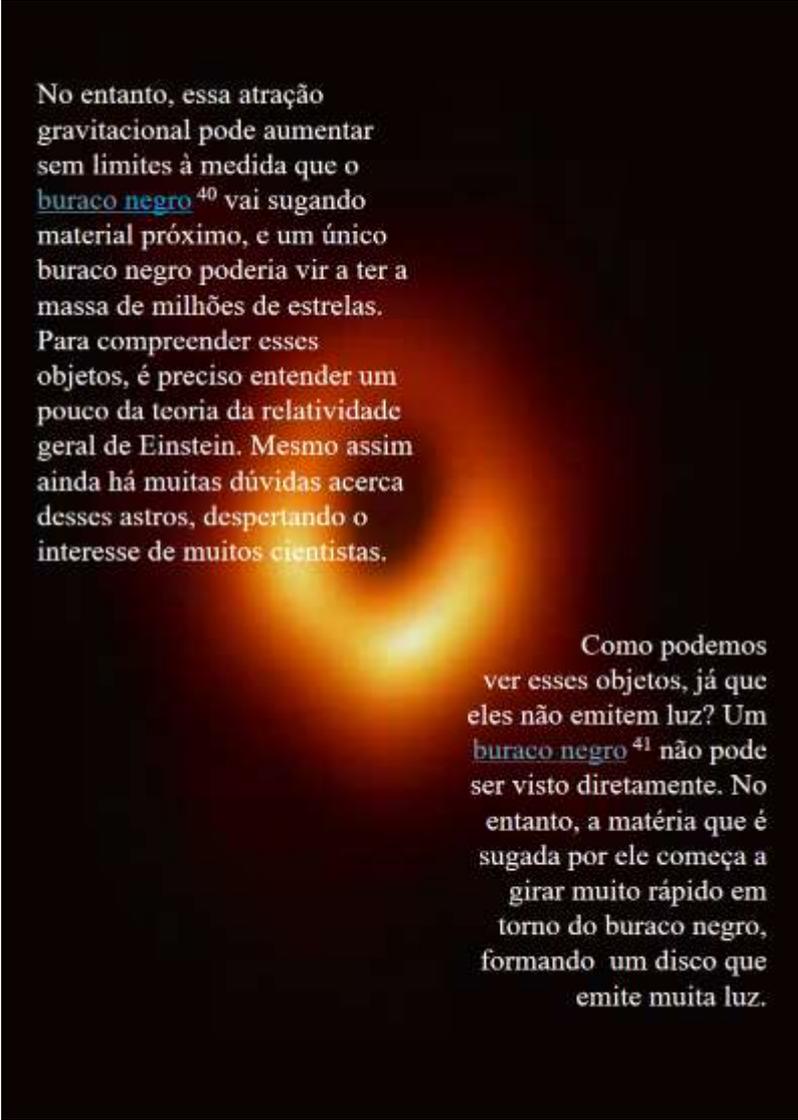
O disco que vemos nessa imagem possivelmente é o traço da presença de um buraco negro. Foto do telescópio espacial Hubble. (NGC4261)

Os buracos negros são o resultado da explosão de uma estrela com muita massa.

A força gravitacional é tanta, que nada pode impedir que a sua matéria caia indefinidamente até o centro.

Em princípio esses objetos seriam pontuais, mas possuem massas bem maiores que a do Sol! Próximo ao [buraco negro](#),³⁸ o campo gravitacional é muito intenso.

Existe uma certa distância do [buraco negro](#)³⁹, chamada de *horizonte dos eventos* a partir da qual nada pode sair, nem a luz! Ao contrário do que muita gente pensa, a atração gravitacional fora do horizonte é a mesma que seria produzida por qualquer outro corpo de mesma massa.



No entanto, essa atração gravitacional pode aumentar sem limites à medida que o [buraco negro](#)⁴⁰ vai sugando material próximo, e um único buraco negro poderia vir a ter a massa de milhões de estrelas. Para compreender esses objetos, é preciso entender um pouco da teoria da relatividade geral de Einstein. Mesmo assim ainda há muitas dúvidas acerca desses astros, despertando o interesse de muitos cientistas.

Como podemos ver esses objetos, já que eles não emitem luz? Um [buraco negro](#)⁴¹ não pode ser visto diretamente. No entanto, a matéria que é sugada por ele começa a girar muito rápido em torno do buraco negro, formando um disco que emite muita luz.





Você já fez um pedido quando viu uma [estrela cadente](#)⁴³? Na verdade, as estrelas cadentes não são estrelas, são pedaços de um meteoro ou de outra partícula cósmica que, ao entrar na atmosfera da Terra, deixa um rastro luminoso por onde passa devido à queima do seu material.



Estrela cadente. Disponível em:
<https://www.wemystic.com.br/artigos/estrelas-cadentes/>

A cor das estrelas varia de acordo com a temperatura. Por exemplo, as vermelhas, como Antares, são bem frias (lembre-se que o frio para as estrelas não é o mesmo que o nosso.)

A temperatura na superfície de Antares é de 3000 °C! Já as branco-azuladas, como a Sirius (a estrela mais brilhante do céu) são as mais quentes.

As amarelas e alaranjadas, como o Sol, têm uma temperatura que fica entre a vermelha e a branco-azulada. Antares tem a mesma coloração forte e avermelhada que Marte, por isso, às vezes, podemos confundi-la com Marte.

Os astrônomos a chamam de Supergigante vermelha. É dez mil vezes

mais luminosa que o Sol, mas está (sorte nossa!) a 37 milhões de vezes mais longe, a 600 anos-luz daqui.

A grande revelação sobre Antares é que ela não mora sozinha! Vive com uma companheira quatro vezes o tamanho do Sol. Ambas giram em torno de um centro comum de gravidade, como um casal de mãos dadas.

Antares ocupa a posição 14 no ranking das estrelas mais brilhantes e sua fama vem desde a antiguidade, quando era citada pelos egípcios, persas e árabes, entre outros povos.

Fonte:

http://www.canalkids.com.br/cultura/ciencias/astromia/vocesabia_primeiro.htm

SUGESTÃO DE ATIVIDADES



Para acessar a atividade, é só clicar no ícone Tarefas



Capítulo 3

Explorando o Sistema Solar

“A alma é o andarilho do
corpo
O corpo do planeta Terra
A Terra do sistema solar
O sistema solar da Via
Láctea
E, assim, sucessivamente
Até chegarmos ao
Sucessivamente.”

Flávio Rabello



Os planetas que compõem o Sistema Solar. Disponível em:
<https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Universo/sistemasolar.php>

O Sistema Solar surgiu há 4,5 bilhões de anos. A explicação mais aceita é a da Nebulosa Solar Primitiva (NSP), proposta por Laplace, em 1796: os planetas seriam subprodutos da formação do Sol e todo o Sistema Solar teria se formado da matéria interestelar.

O Sistema Solar é um conjunto de planetas, cometas e asteroides que giram ao redor do Sol.

O Sol é uma estrela de luminosidade e tamanho médios, e, no céu, existem incontáveis estrelas que são maiores e mais brilhantes do que ele.

Para nossa sorte, a luminosidade, tamanho e distância do Sol à Terra foram exatos para que o nosso planeta fosse capaz de desenvolver formas de vida como a nossa.

MERCÚRIO



Mercúrio. Disponível em:
<https://br.depositphotos.com/216218252/stock-video-planet-mercury-rotates-isolated-on.html>

Mercúrio é um planeta rochoso, destituído de satélites e atmosfera rarefeita, sendo o menor planeta do Sistema Solar um pouco maior que a Lua e o mais próximo do Sol. Por esse motivo apresenta temperaturas bastante elevadas de cerca de 400 °C.

Assim, a face do planeta não iluminada pelo Sol pode atingir temperaturas de aproximadamente -170 °C. O movimento de rotação do planeta é de 59 dias, enquanto o de translação é de 87 dias.

VÊNUS

Vênus. Disponível em:
<https://www.todamateria.com.br/planeta-venus/>



Conhecido como “Estrela D’Alva”, devido a seu forte brilho, Vênus tal qual Mercúrio é um planeta que não possui satélite. Visível do nosso planeta, é o segundo a partir do Sol e o mais perto da Terra.

Seu movimento de rotação é um dos mais lentos, com 243 dias para completar a volta em torno de si mesmo e, o de translação 225 dias, apesar de ser o segundo planeta a partir do Sol, Vênus é o mais quente do Sistema Solar, com temperaturas que podem atingir 480 °C. Assemelha-se com a Terra no tocante ao tamanho, composição, estrutura, massa, densidade e força gravitacional.

TERRA



Terra. Disponível em:
<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/o-planeta-terra.htm>.

Terceiro planeta do Sistema Solar a partir do Sol, é rochoso, com atmosfera gasosa e temperatura média de 15 °C.

Possui um satélite natural, a Lua, e a quantidade de água existente no planeta, também chamado de “planeta azul”, aliada à quantidade de oxigênio, permitem o desenvolvimento da vida no planeta, sendo o único do Sistema Solar com seres humanos.

O movimento de rotação terrestre dura 24 horas (tempo de 1 dia), enquanto o de translação são 365 dias (tempo de 1 ano), exceto nos anos bissextos, os quais apresentam 366 dias.

MARTE



Marte. Disponível em:
<https://www.todamateria.com.br/planeta-marte/>

Quarto planeta a partir do Sol e o mais visível da Terra, possui dois satélites naturais “Fobos e Deimos”, sendo o segundo menor planeta do Sistema Solar.

É conhecido também como “Planeta Vermelho”, devido às partículas de óxido de ferro presente em sua atmosfera, sendo um planeta rochoso, frio e seco.

O seu movimento de rotação assemelha-se ao da Terra, com duração de 24 horas e 37 minutos, enquanto o movimento de translação do planeta é de 687 dias.

JÚPITER



Júpiter. Disponível em:
<https://www.todamateria.com.br/planeta-jupiter/>

Planeta gasoso (composto sobretudo por hidrogênio), é o maior do Sistema Solar, 1.300 vezes o tamanho da Terra. Quinto planeta a partir do Sol, possuindo o maior número de satélites, 79, e apresenta temperaturas de até $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Seu movimento de rotação dura 9 horas e 55 minutos, considerado o movimento de rotação mais rápido de todos os planetas do Sistema Solar, enquanto o de translação do planeta corresponde a 12 anos terrestres.

SATURNO



Saturno. Disponível em:
<http://geosexto.blogspot.com/2013/04/saturno-aluno-nicolas-6-ano-i.html>

Segundo maior planeta do Sistema Solar, depois de Júpiter, conhecido pelos seus anéis, formados por rocha, gelo e poeira. Sexto planeta a partir do Sol, é o que possui mais satélites, 82 no total.

Composto basicamente de hidrogênio, ele possui temperatura média de $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo que seu movimento de rotação dura 10 horas e 14 minutos e o de translação cerca de 30 anos terrestres.

URANO

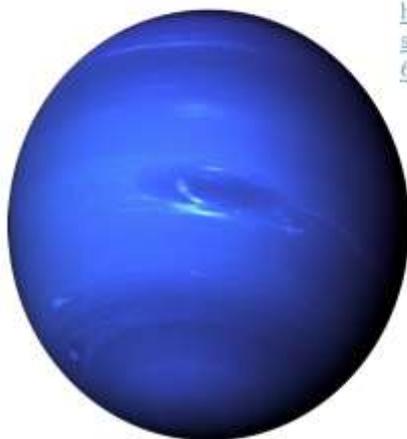


Urano. Disponível em:
<http://www.fq.pt/astrofísica/urano>

Terceiro maior planeta do Sistema Solar e sétimo a partir do Sol, é um planeta gasoso que apresenta médias de temperaturas de $-185\text{ }^{\circ}\text{C}$ e possui 27 satélites. Possui uma característica interessante tocante ao seu eixo de rotação com quase noventa graus em relação ao plano de sua órbita, que é muito extensa.

Dessa forma, o movimento de rotação do planeta dura 17 horas, enquanto o de translação são 165 anos terrestres.

NETUNO



Netuno. Disponível em:
[https://www.thinglink.com/
scene/64925515186071142
6](https://www.thinglink.com/scene/649255151860711426)

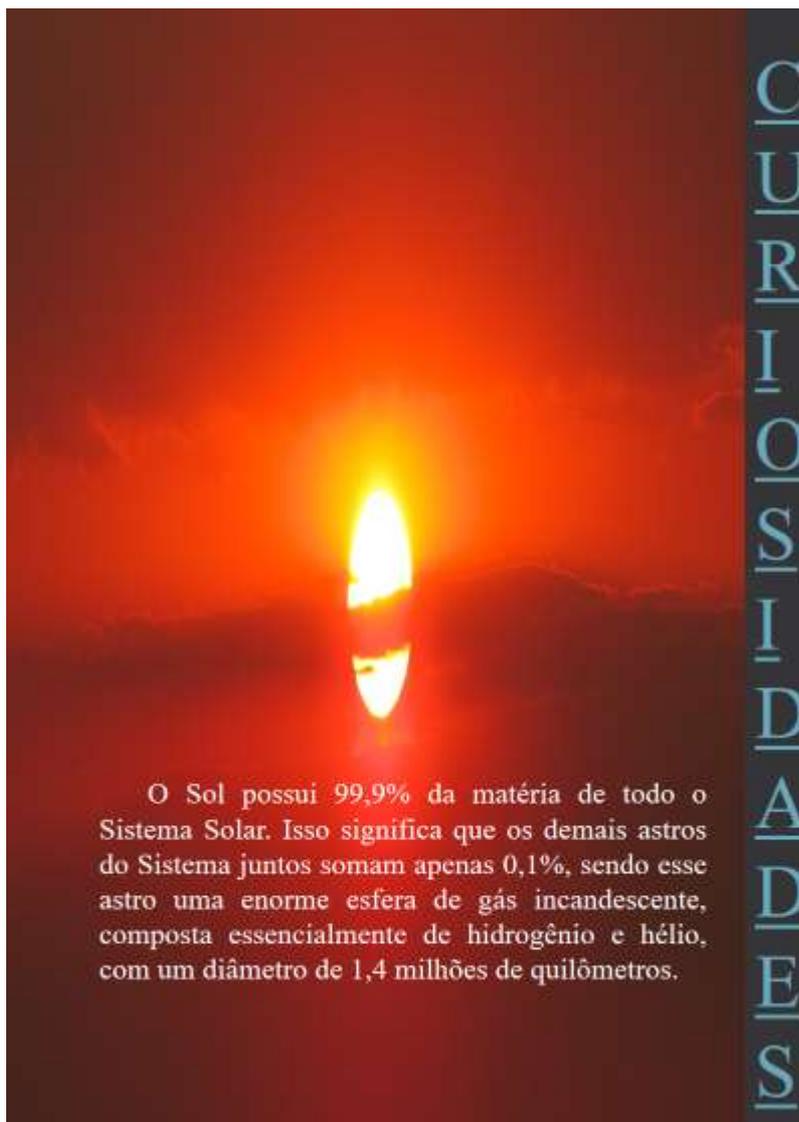
Planeta do Sistema Solar mais distante do Sol e o quarto maior em tamanho, Netuno possui 14 satélites naturais e apresenta temperaturas médias de $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Trata-se de um planeta gasoso, formado principalmente por hidrogênio, hélio, amônio, metano e água. O movimento de rotação do planeta dura cerca de 16 horas, enquanto sua translação equivale a 164 anos terrestres.



Em 24 agosto de 2006, durante a XXVI Assembleia Geral da União Astronômica Internacional, foi aprovada a nova definição de planeta como sendo um corpo celeste que (a) orbita o Sol; (b) esteja em equilíbrio hidrostático, ou seja, possui massa suficiente para que a autogravitação supere a rigidez do material, tomando a forma esférica; e (c) não possua corpos de massa semelhante nas proximidades de sua órbita.

Com esta resolução, o Sistema Solar oficialmente fica constituído por oito planetas. Uma nova classe de objetos chamados Planetas Anões foi criada, sendo Ceres, Plutão e Eris, os primeiros membros desta categoria.



SUGESTÃO DE ATIVIDADES



Para acessar a atividade, é só clicar no ícone Tarefas



Capítulo 4

Perscrutar Saberes

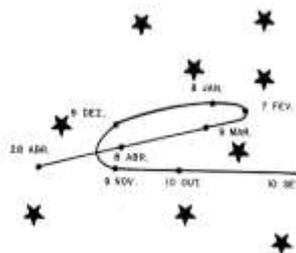
“Querem que vos ensine o modo de chegar à ciência verdadeira? Aquilo que se sabe, saber que se sabe; aquilo que não se sabe, saber que não se sabe; na verdade, é este o saber”.

Confúcio

A influência dos mesopotâmicos e egípcios no acervo do conhecimento astronômico da Grécia Antiga foi notável. O primeiro a sistematizar essa organização das chamadas “estrelas fixas” em agrupamentos reconhecíveis foi Eudóxio de Cnido (408 a.C.-347 a.C.).

Aristóteles, ao produzir sua própria visão do cosmos, adotou o modelo de Eudóxio, mas fez seus próprios aperfeiçoamentos, aumentando o número total de esferas para 56.

Modelo de Eudóxio



Trajetoira aparente de Marte em relação às estrelas fixas, mostrando um movimento de regressão entre 10 setembro e 28 de abril. Disponível em: <http://aulasdefisica.com/download/astromonia/cursoastronomia/fundamentoshistastro.htm>

Modelo de Aristóteles

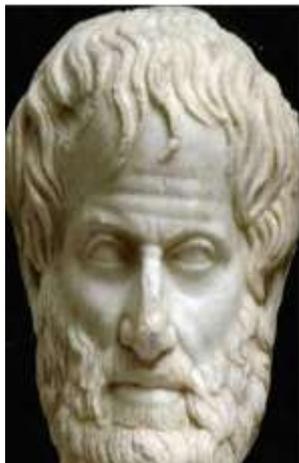


Disponível em: <http://www.astronoo.com/pt/artigos/visao-egocentrica.html>

Para Aristóteles (figura ao lado), todas as coisas existentes no mundo eram compostas por quatro elementos: água, terra, fogo e ar. Cada um desses elementos possuía o que ele chamou de “lugar natural”. Assim, a terra e a água tinham seu lugar natural no centro da Terra, se deixados a seu próprio comando, é para lá que eles rumariam. Já o fogo e o ar teriam a tendência oposta.



Disponível em:
<https://www.mundo-ciencia.com.br/filosofia/aristoteles/>



O ignorante afirma, o sábio duvida, o sensato reflete.

Aristóteles

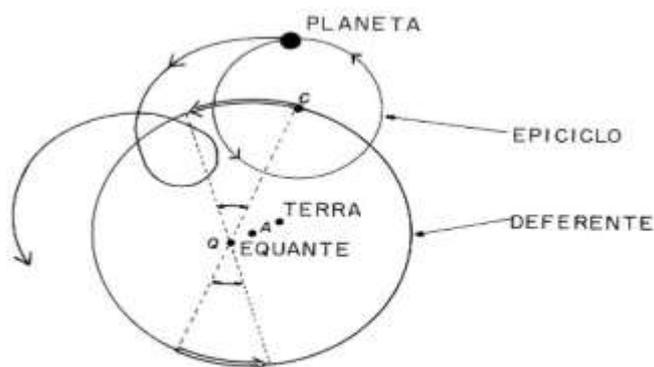
44

No entanto, mesmo com suas 56 esferas, o modelo aristotélico tinha problemas para ser conciliado à observação. Tentaram corrigir esses problemas com o trabalho de Cláudio Ptolomeu (90-168), o grego de Alexandria que, durante o apogeu do Império Romano, produziu a principal obra astronômica da Antiguidade a “Composição Matemática”,

que acabou ficando mais famosa pelo seu nome árabe: Almagesto.

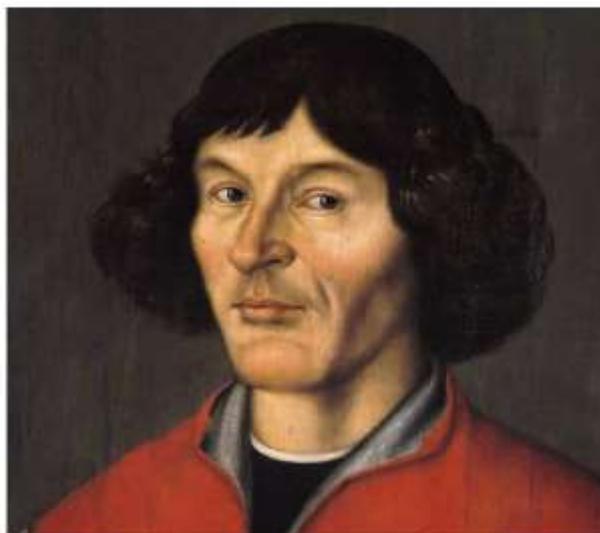
Ptolomeu defendia, nessa obra, o sistema geocêntrico que ficou também conhecido como sistema ptolomaico, conforme essa teoria, a Terra está no centro do Sistema Solar, e os demais astros orbitam ao redor dela.

O sistema de epiciclos de Ptolomeu



Disponível em:

http://aulasdefisica.com/download/astromia/corso_astronomia/fundamentoshistastro.htm

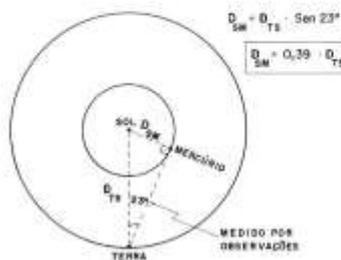


Nicolau Copérnico. Disponível em:
<https://www.infoescola.com/biografias/nicolau-copernico/>

É nesse contexto que surgiu a figura de Nicolau Copérnico (1473 - 1543), o polonês que não só ousou colocar o Sol no centro do sistema planetário, como também mostrou capacidade intelectual suficiente para que sua ousada proposta prevalecesse.

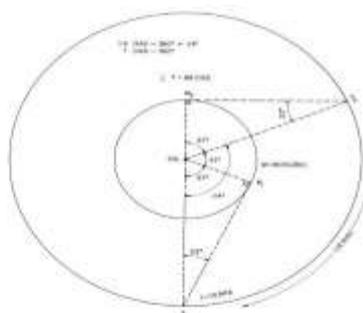
Copérnico acreditava que seu modelo heliocêntrico era o mais razoável, pois ajudava a explicar os estranhos ziguezagues de alguns planetas no céu e parecia concordar mais com as observações do que o de Ptolomeu.

Através do modelo de Copérnico foi possível a primeira determinação de distância de um planeta ao Sol, como a da Terra ao Sol.

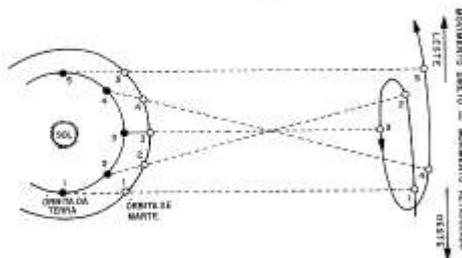


Cálculo da distância Sol-Mercúrio (D_{SM}) em termos da distância Sol-Terra (D_{ST})

Esquema para o cálculo do período orbital de Mercúrio



Movimento aparente do planeta



Disponível em:
<http://aulasdefisica.com/download/astronomia/cursoastronomia/fundamentoshistastro.htm>

Até o século de Copérnico, na verdade, havia grande oposição à ideia heliocêntrica. Em termos religiosos, era inconcebível que Deus não tivesse colocado a Terra no centro do Universo.

Em termos práticos, porque o heliocentrismo exigia que a Terra realizasse dois movimentos, um de rotação e outro de translação ao redor do Sol.

Após o modelo heliocêntrico de Copérnico, muitos cientistas aprovaram e se entusiasmaram pela novidade.

Entre eles, dois dos mais importantes foram o alemão Johannes Kepler (1571 –1630) e o italiano Galileu Galilei.

No entanto, surgiram vários argumentos contra o heliocentrismo e um deles era que, se a Terra realmente se deslocasse numa órbita ao redor do Sol, as estrelas fixas deveriam aparecer em diferentes disposições no céu, dependendo de que lado de sua trajetória circular o planeta estivesse.



O geocentrista Tycho Brahe ainda tentou sustentar a teoria do geocentrismo e um de seus vários sucessos, foi no estudo, em 1572, de uma nova estrela que antes não era vista, mas depois passou a brilhar intensamente no céu, para então voltar a sumir.

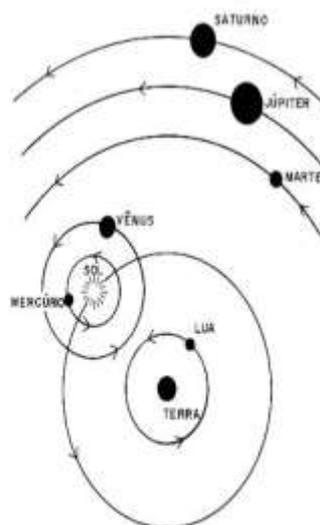
Atualmente, sabemos que o fenômeno está associado à morte das estrelas.

As observações de Tycho Brahe da nova estrela e desse cometa derrubariam de vez esse preceito de Aristóteles.

Ainda assim, esse dinamarquês ousado era relutante em ir até o final na revolução e dispensar por completo o geocentrismo.

O sistema Tichônico é uma combinação dos sistemas Ptolomaico e Copernicano. A Lua e o Sol giram ao redor da Terra; Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno ao redor do Sol. Disponível em:

<http://aulasdefisica.com/download/astromonia/cursoastronomia/fundamentoshistaastro.htm>



Os precisos dados observacionais de Tycho revelaram a Kepler o verdadeiro formato da órbita marciana: uma elipse, com o Sol posicionado em um de seus focos.

Kepler descobriu que o sistema de Copérnico funcionava perfeitamente se

fossem dele retirado os círculos, impregnados no pensar científico desde a adoração às esferas nos tempos gregos como a forma geométrica mais perfeita, e colocados, no lugar, elipses, com o Sol em um de seus dois focos.

Em 1609, Kepler publicou suas duas primeiras leis:

1) **LEI DAS ÓRBITAS:** "Os planetas se movem em trajetórias elípticas, onde o sol ocupa um dos focos."

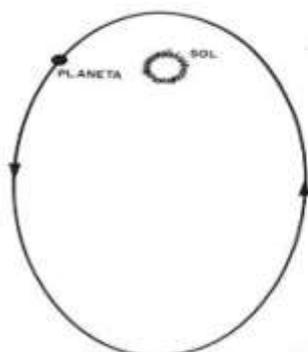
2) **LEI DAS ÁREAS:** "A linha reta que une o planeta ao sol, varre sempre áreas iguais em tempos iguais."

JOHANNES KEPLER • 27 DE DEZEMBRO

Astrônomo e matemático alemão, Kepler nasceu em 1571.

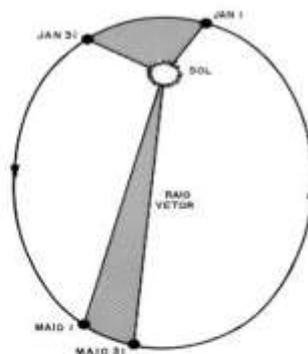
Durante sua carreira, foi professor de matemática, fez mapas astrológicos e trabalhou como astrônomo assistente de **Tycho Brahe** em Praga. Dentre seus estudos, Johannes analisou com afinco a órbita de **Marte**. Com a ajuda dos valiosos dados de Tycho sobre esse planeta, chegou a ideias que **revolucionaram a astronomia**. Suas conclusões mais expressivas ficaram conhecidas como as **Leis de Kepler**. Envolvem o **movimento planetário** e consideram que a trajetória dos planetas em torno do Sol é uma **elipse** e não um círculo.





Lei das órbitas: a órbita de um planeta é uma elipse, com o Sol num dos focos.

Lei das áreas: o raio vetor do planeta varre áreas iguais em iguais intervalos de tempo.



Disponível em:

<http://aulasdefisica.com/download/astro/astronomia/cursoastronomia/fundamentoshistastro2.htm>

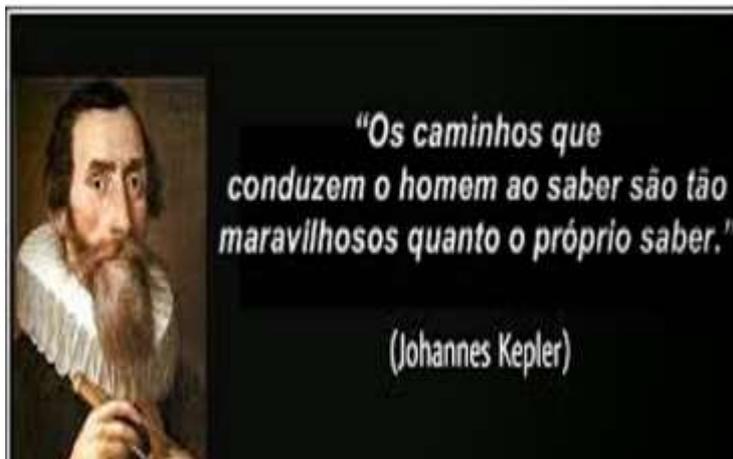
Finalmente, em 1619, o astrônomo alemão faria um novo e grande avanço, ao determinar que a razão entre o quadrado do tempo (T) que um planeta leva para completar uma órbita e o cubo da distância média (D) do planeta ao Sol é uma constante, ou seja,

$$\frac{T^2}{D^3} = K$$

Embora possa não parecer extremamente

impressionante, a terceira lei de Kepler, foi uma das coisas que permitiram ao inglês Isaac Newton o desenvolvimento da teoria da Gravitação Universal.

Essa lei de Kepler, na verdade, é uma solução aproximada bem eficiente das equações newtonianas e é extremamente útil falar dela. Como a equação é bem simples, trata-se de algo que se pode manipular em sala de aula.



O inglês Isaac Newton (1642 - 1727) é tido como o pai da física moderna. Excêntrico e genial, ele só pode ser comparado a Albert Einstein no quesito, façanhas individuais.

Formulou a Lei da Gravitação Universal, criou uma teoria da luz que a via como partículas, fez grandes avanços em óptica e foi o inventor de uma técnica matemática conhecida como cálculo (Wilhelm Leibniz a desenvolveu de forma independente).

Além do mais, Isaac Newton (o gênio) é tecnicamente um sucessor intelectual de Kepler e Galileu, mas, na prática, muito mais audaz do que eles.

Newton é hoje considerado por muitos como a mais poderosa mente que já surgiu na ciência, e não há como ignorar a sua atuação fundamental desse físico e matemático na reformulação das bases da Astronomia.



*Se fiz descobertas
valiosas, foi mais
por ter paciência
do que qualquer
outro talento.*

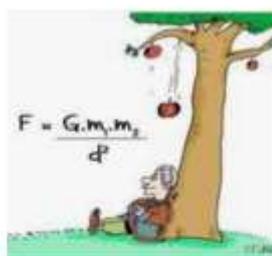
— Isaac Newton.



É a visão de Newton que dá verdadeiro sentido aos sucessos de Kepler e Galileu. O alemão e o italiano já haviam feito grandes coisas para explicar o movimento dos astros e a ação da gravidade terrestre, mas nenhum dos dois conseguiu costurar tudo e enxergar mais longe, percebendo que o Universo lá fora e o mundo aqui embaixo são ambas partes de um todo, que obedecem às mesmas leis naturais.

Newton concluiu que a força entre os corpos celestes cai com o quadrado da separação entre eles e é proporcional ao produto de suas massas, assim, foi levado à expressão

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$





Newton disse que só conseguiu ver isso porque estava "sobre os ombros de gigantes".

Com esse passo precioso, estabeleceu as bases para a ciência moderna. Isso, não só por demonstrar seu caráter literalmente universal (ou seja, que abarca todos os espaços observáveis pelo ser humano), mas também por criar um formalismo científico. Sua obra-prima, chamada *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* [Princípios Matemáticos da Filosofia Natural], é tida como um dos primeiros livros a adotar o rigor e a precisão das narrativas científicas modernas.

Na função de brilhante pioneiro, fez escola e lançou os alicerces de um novo modo de se fazer ciência.



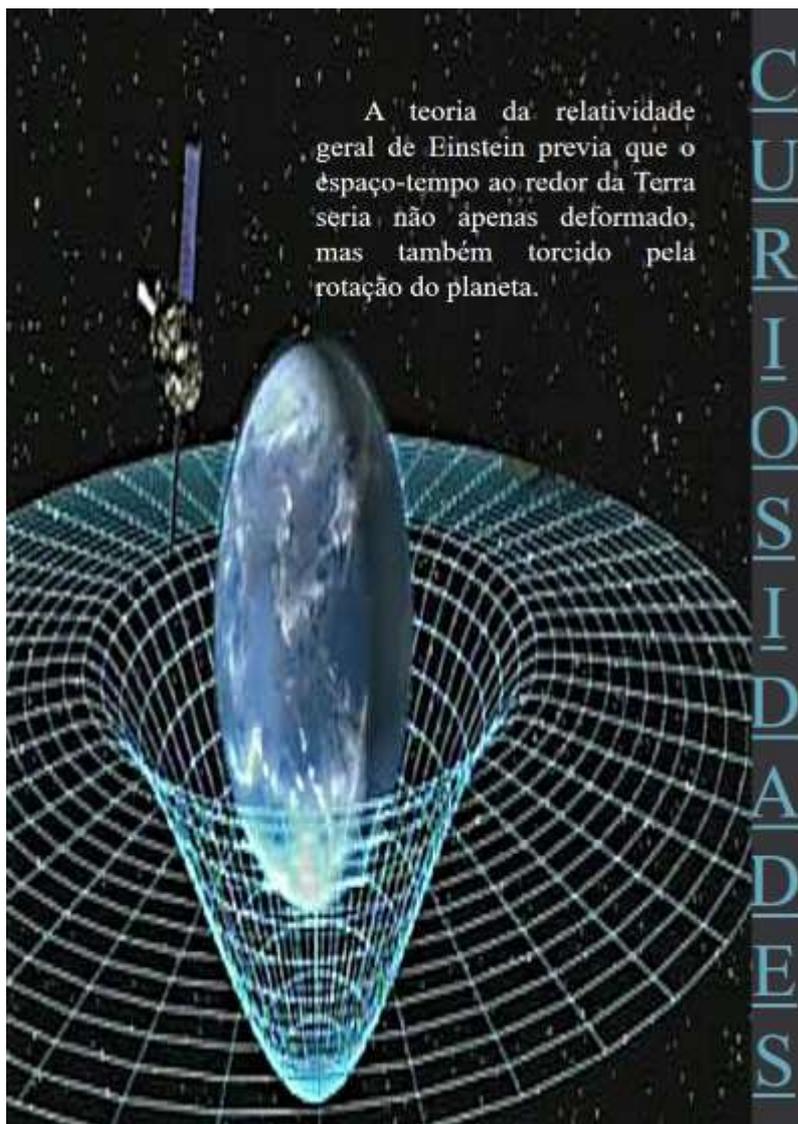
O alemão naturalizado inglês William Herschel (1738 - 1822) foi o maior astrônomo do século XVIII. Além da descoberta da radiação infravermelha, ele descobriu Urano, o sétimo planeta, visível apenas com o auxílio de telescópios e realizou grandes mapeamentos de estrelas nunca catalogadas.

O planeta Mercúrio completa voltas e mais voltas ao redor do Sol. Esses pontos de aproximação e afastamento máximos mudam de ano para ano, ocorre a precessão, a própria órbita gira em torno do Sol. Ocorre que as equações da gravitação de Newton, aplicadas aos planetas, pareciam acertar precisamente em todos os casos, exceto nesse.

Mas, no final, a solução só veio mesmo quando o alemão Albert Einstein (1879 –1955) apresentou sua nova teoria da gravidade, mais conhecida como a teoria da relatividade geral, em 1915. Uma substituta à gravitação de Newton (assim como esta última superou as leis de Kepler), a gravidade einsteiniana traria algumas novidades (CANALLE; NOGUEIRA, 2009).

A mais óbvia delas era a explicação correta para o movimento de Mercúrio, dispensando a existência de outro planeta (o próprio Einstein só se convenceu de que sua teoria estava correta depois de efetuar os cálculos e se certificar de que ela explicava a misteriosa precessão).

Outra, muito mais surpreendente, era a de que, sendo a gravitação tratada pela relatividade como uma curvatura no espaço e no tempo (vistos como uma única entidade indivisível, o espaço-tempo), o Universo passaria a ser encarado como algo dinâmico, tendo sua história regida pela ação da gravidade ao longo do tempo.





Edwin Powell Hubble (1889-1953)

Edwin Hubble com seu porte atlético (ele foi lutador de boxe), foi um brilhante astrônomo, descobriu que as galáxias estavam todas se afastando umas das outras e que o Universo estava em expansão. Seu feito, em 1929, revolucionou o entendimento do Cosmos.

Bernard le Bovier de Fontenelle (1657 - 1757), poeta, romancista e filósofo natural francês. Em 1686, ele escreveu *Entretiens sur la pluralité des mondes* (Diálogos sobre a pluralidade dos mundos). O livro tornou-se instantaneamente um best-seller e sensação internacional, afirma o cientista planetário americano David Grinspoon.



Segundo Grinspoon, escrevendo num estilo brincalhão e extravagante, Bernard Fontenelle produziu o que foi descrito como o primeiro livro de ciência popular. Ainda hoje é uma boa leitura e não apenas para dar uma olhadela. É uma obra de enorme imaginação, escrita em prosa com uma pitada de vanguarda.

A peste provocou o fechamento da Universidade e Newton refugiou-se em sua fazenda de Woolsthorpe. A melhor descrição do que ele fez nesse período foi dada por ele próprio, 50 anos depois.

“No princípio de 1665, achei o método para aproximar séries e a regra para reduzir qualquer potência de um binômio a uma tal série” (binômio de Newton e série binomial). “No mesmo ano, em maio, achei o método das tangentes de Gregory e Slusius” (fórmula de interpolação de Newton) “e em novembro o método direto das fluxões” (Cálculo diferencial); “no ano seguinte, em janeiro, a teoria das cores” (experiências com o prisma sobre decomposição da luz branca), “e em maio os princípios do método inverso das fluxões” (cálculo integral), “e no mesmo ano (1666) comecei a pensar na gravidade como se estendendo até a órbita da Lua, e da Lei de Kepler sobre os períodos dos planetas deduzi que as forças que mantêm os planetas em suas órbitas devem variar inversamente com os quadrados de suas distâncias aos centros em torno dos quais os descrevem: tendo então comparado a força necessária para manter a Lua em sua órbita com a força da gravidade na superfície da Terra e encontrado que concordam bastante bem. Tudo isso foi nos dois anos da peste, 1665 e 1666, pois naqueles dias eu estava na flor da idade (23 - 24 anos) para invenções, e me ocupava mais da matemática e filosofia (“física”) do que em qualquer época posterior.”

Fonte:

<http://aulasde fisica.com/download/ astronomia/ cursoastronomia/ fundamentosinstastro2.htm>

SUGESTÃO DE ATIVIDADES



Para acessar a atividade, é só clicar no ícone Tarefas



CRÉDITOS DAS IMAGENS OU VÍDEOS

- 1 Universe Inception GIF. Disponível em: <https://tenor.com/view/universe-beauty-gif-7865967>. Acesso em: 3 maio 2019.
- 2 GIPHY . Disponível em: <https://giphy.com/gifs/sky-ceu-variado-IZgybYMfLLiWQ>. Acesso em: 3 maio 2019.
- 3 Disponível em: <https://gfycat.com/reasonablefarflunguanaco>. Acesso em: 3 maio 2019.
- 4 You Tube. Disponível em: <https://youtu.be/HJOXclqNfCE?t=17>. Acesso em: 3 maio 2019.
- 5 GIPHY. Disponível em: <https://giphy.com/gifs/nasa-space-bigbang-SUFv63LCURn1e>. Acesso em: 4 maio 2019.
- 6 Disponível em: <https://giphy.com/gifs/quark-GmMrqXZdsZ5oA>. Acesso em: 4 maio 2019.
- 7 <https://giphy.com/explore/atom>. Acesso em: 4 maio 2019.
- 8 Pinterest. Disponível em: <https://www.pinterest.de/pin/746893919422498843/>. Acesso em: 4 maio 2019.
- 9 Disponível em: <https://gfycat.com/gifs/search/átomo>. Acesso em: 4 maio 2019.
- 10 Cosmoquímica e Astrofísica, 2014. Disponível em: <http://cosmoquimicah2.blogspot.com/2014/>. Acesso em: 4 maio 2019.
- 11 Cosmoquímica e Astrofísica, 2014. Disponível em: <http://cosmoquimicah2.blogspot.com/2014/>. Acesso em: 4 maio 2019.
- 12 Disponível em: <https://tenor.com/search/galaxia-gifs>. Acesso em: 4 maio 2019.

- 13 Disponível em:
<https://overdiem.co.vu/post/150420034465>
- 14 Disponível em:
<https://www.pinterest.com.mx/pin/523895369130563516/>
. Acesso em: 10 maio 2019.
- 15 Pinterest. Acesso em: 10 maio 2019.
- 16 J-P Metsävainio. Acesso em: 10 maio 2019.
- 17 Documentário Discovery.
- 18 GIPHY. Disponível em: <https://giphy.com/gifs/space-stars-COoYl3PHGqjg>. Acesso em: 11 maio 2019.
- 19 Cola Web. Disponível em:
<https://www.coladaweb.com/fisica/fisica-nuclear/fusao-nuclear>. Acesso em: 12 maio 2019.
- 20 Pinterest. Acesso em: 14 maio 2019.
- 21 Pinterest. Acesso em: 14 maio 2019.
- 22 Pinterest. Acesso em: 14 maio 2019.
- 23 Pinterest. Acesso em: 14 maio 2019.
- 24 Pinterest. Acesso em: 14 maio 2019.
- 25 Pinterest. Acesso em: 14 maio 2019.
- 26 Pinterest. Acesso em: 14 maio 2019.
- 27 Pinterest. Acesso em: 14 maio 2019.
- 28 Pinterest. Acesso em: 14 maio 2019.
- 29 Pinterest. Acesso em: 14 maio 2019.
- 30 Pinterest. Acesso em: 14 maio 2019.
- 31 Pinterest. Acesso em: 14 maio 2019.
- 32 Pinterest. Acesso em: 15 maio 2019.
- 33 Pinterest. Acesso em: 15 maio 2019.
- 34 Pinterest. Acesso em: 15 maio 2019.
- 35 Pinterest. Acesso em: 15 maio 2019.
- 36 Pinterest. Acesso em: 15 maio 2019.
- 37 Pinterest. Acesso em: 15 maio 2019.
- 38 Pinterest. Acesso em: 15 maio 2019.
- 39 Pinterest. Acesso em: 15 maio 2019.
- 40 Pinterest. Acesso em: 15 maio 2019.

41 Pinterest. Acesso em: 15 maio 2019.

42 Pinterest. Acesso em: 15 maio 2019.

43 Pinterest. Disponível em:

<https://www.pinterest.dk/pin/782430135237642612/?mic=1>

. Acesso em: 25 out 2019.

44. Viajando pelo Sistema Solar. Disponível em:

<https://youtu.be/zLFvrurSef8?t=75>. Acesso em: 25 out

2019.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, F.; LAUGHLIN, G. **Uma biografia do Universo: do big bang à desintegração final**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.
- BOZKO, R.; LEISTER, N. V. **Astronomia: Uma Visão Geral do Universo**. Edusp, 2000.
- CANALLE, J.B.G.; TREVISAN, R.H.; LATTARI, C.J.B. **Análise do conteúdo de astronomia dos livros de geografia de 1o grau**. Cad. Cat. Ens. Fis., v. 14, n. 3, p. 254 – 263, dez. 1997.
- CANALLE, J. B. G.; MATSUURA, O.T. **Astronomia**. Ediouro, 2007.
- CANALLE, J.B.G.; NOGEIRA, S. **Fronteira Espacial**. Brasília: MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009.
- CADORSO, G. **A mídia na sociedade em rede**. Rio de Janeiro, FGV, 2007.
- CASTANHARI, F. **Origem do Universo**. 2018. (19m03s). Disponível em: <https://youtube.be/BI8Q7Lt556y0>_Acesso em: 19 abr. 2018.
- COSTA FILHO, E. **Política espacial brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2002.
- DAMINELI, A. et al. **O céu que nos envolve**. São Paulo: Odysseus Editora, 2011.
- DAMINELI, A.; STEINER, J. **O Fascínio do Universo**. São Paulo : Odysseus Editora, 2010.

ENGLER, S. Tipos de Criacionismos Cristãos. **Revistas de Estudos da Religião**, São Paulo-SP, p.83-107, jun.2007.

FEYNMAN, R. P. **Física em seis lições**. 8. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

FERRAZ-MELLO, S; KLAFKE, J. C. "A **Mecânica Celeste**", Cap. 4, Astronomia, Uma Visão Geral do Universo, 51, Edusp, 2000.

GOMES, T.; BARBOZA, L.C. Uma Proposta de Júri Simulado como Estratégia Lúdica para Ensino de História da Química no Ensino Médio: A Teoria do Flogístico, Anais do VII EPPEQ, 2013.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. **Física 2**. v. 3. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006.

LUCKESI, C. C. **A avaliação da aprendizagem escolar**. São Paulo: Cortez, 1996.

MARQUES, L.; MOLO, D. **Viajando pelo sistema solar**. 2018. (14m45s). Disponível em: <https://youtu.be/zlfvrursef8>. Acesso em: 19 abr. 2018.

MARTINS, M. V. "O criacionismo chega às escolas do Rio de Janeiro: uma abordagem sociológica", *ComCiência* vol. 56. Disponível em: <http://www.comciencia.br/200407/reportagens/10.shtml>. Acesso em: 22 dez.2019.

MATSUURA, T. **Atlas do Universo**. São Paulo: Scipione, 1996.

MATSUURA, O. T. "Eclipse Solar", **FICHA DE ASTRONOMIA**. No.3, 1998. Disponível em: www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br. Acesso em: 25 jul. 2019.

MATSUURA, O. T. "Lua, o satélite natural da Terra", **FICHA DE ASTRONOMIA**. n.12, 1998. Disponível em: www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br. Acesso em: 25 jul. 2019.

MATSUURA, O. T. "Movimentos da Lua", **FICHA DE ASTRONOMIA**. n.17, 1999. Disponível em: www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br. Acesso em: 25 jul. 2019.

MATSUURA, O. T. "Movimentos dos planetas interiores", **FICHA DE ASTRONOMIA**. n.18, 1999. Disponível em: www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br. Acesso em: 25 jul. 2019.

MATSUURA, O. T. "Movimentos dos planetas exteriores. Teoria Universal da Gravitação", **FICHA DE ASTRONOMIA**. n.19, 1999 www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br Matsuura, Oscar T. e Picazzio, E.: "O Sol", Cap. 5, Astronomia, Uma Visão Geral do Universo, 81, Edusp, 2000.

MILONE, A. C. *et al.* **Introdução à Astronomia e a Astrofísica**. São José dos Campos –SP: INPE, 2003.

MOREIRA, M. A. "A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula". Brasília: Editora da UNB, 2006.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A. **“A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula”**. Brasília: Editora da UNB, 2006.

MOREIRA, M. A. & MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo/SP: Ed. Centauro, 2006.

PINHEIRO, C. **Aplicações para ebooks**. [S.l.]: Ler Ebooks, [201-]. Disponível em: <http://lerebooks.wordpress.com/aplicacoes-para-ebooks/>. Acesso em: 11 jul. 2019.

PROCÓPIO, E. **O livro na era digital: o mercado editorial e as mídias digitais**. São Paulo: Giz Editorial, 2010.

RYBSKI, D., **Sobre a origem e evolução do Sistema Solar**. Instituto Superior Técnico Engenharia Física Tecnológica.2000.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, F.; LAUGHLIN, G. **Uma biografia do Universo: do big bang à desintegração final**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.
- BOZKO, R.; LEISTER, N. V. **Astronomia: Uma Visão Geral do Universo**. Edusp, 2000.
- CANALLE, J.B.G.; TREVISAN, R.H.; LATTARI, C.J.B. **Análise do conteúdo de astronomia dos livros de geografia de 1o grau**. Cad. Cat. Ens. Fís., v. 14, n. 3, p. 254 – 263, dez. 1997.
- CANALLE, J. B. G.; MATSUURA. O.T. **Astronomia**. Ediouro, 2007.
- CANALLE, J.B.G.; NOGEIRA, S. **Fronteira Espacial**. Brasília: MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009.
- CADORSO, G. **A mídia na sociedade em rede**. Rio de Janeiro, FGV, 2007.
- CASTANHARI, F. **Origem do Universo**. 2018. (19m03s). Disponível em: <https://youtube.be/BI8Q7Lt556y0>. Acesso em: 19 abr. 2018.
- COSTA FILHO, E. **Política espacial brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2002.
- DAMINELI, A. et al. **O céu que nos envolve**. São Paulo: Odysseus Editora, 2011.
- DAMINELI, A.; STEINER, J. **O Fascínio do Universo**. São Paulo : Odysseus Editora, 2010.
- ENGLER, Steven. Tipos de Criacionismos Cristãos. **Revistas de Estudos da Religião**, São Paulo-SP, p.83-107, jun.2007.
- FEYNMAN, R. P. **Física em seis lições**. 8. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.
- FERRAZ-MELLO, S.; KLAFKE, J. C. “**A Mecânica Celeste**”, Cap. 4, **Astronomia, Uma Visão Geral do Universo**, 51, Edusp, 2000.
- GOMES, T.; BARBOZA, L.C. Uma Proposta de Júri Simulado como Estratégia Lúdica para Ensino de História da Química no Ensino Médio: A Teoria do Flogístico, **Anais do VII EPPEQ**, 2013.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. **Física 2**. v. 3. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006.
- LUCKESI, C. C. **A avaliação da aprendizagem escolar**. São Paulo: Cortez, 1996.
- MARQUES, L.; MOLO, D. **Viajando pelo sistema solar**. 2018. (14m45s). Disponível em: <https://youtu.be/zlfvrurset8>. Acesso em: 19 abr. 2018.
- MARTINS, M. V. “O criacionismo chega às escolas do Rio de Janeiro: uma abordagem sociológica”, **ComCiência** vol. 56. Disponível em: <http://www.comciencia.br/200407/reportagens/10.shtml>. Acesso em: 22 dez.2019.

MATSUURA, O. T. **Atlas do Universo**. São Paulo: Scipione, 1996.

MATSUURA, O. T. “Eclipse Solar”, **FICHA DE ASTRONOMIA**. No.3, 1998
www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br

MATSUURA, O. T. “Lua, o satélite natural da Terra”, **FICHA DE ASTRONOMIA**. n.12,
1998 www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br

MATSUURA, O. T. “Movimentos da Lua”, **FICHA DE ASTRONOMIA**.n.17, 1999
www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br

MATSUURA, O. T. “Movimentos dos planetas interiores”, **FICHA DE ASTRONOMIA**.
n.18, 1999 www.observatorio.diadema.com.br e www.revistaastronomy.com.br

MATSUURA, O. T. “Movimentos dos planetas exteriores. Teoria Universal da Gravitação”,
FICHA DE ASTRONOMIA. n.19, 1999 www.observatorio.diadema.com.br e
www.revistaastronomy.com.br Matsuura, Oscar T. e Picazzio, E.: “O Sol”, Cap. 5,
Astronomia, Uma Visão Geral do Universo, 81, Edusp, 2000.

MILONE, A. C. et al. **Introdução à Astronomia e a Astrofísica**. São José dos Campos –SP:
INPE, 2003.

MOREIRA, M. A. “**A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**”. Brasília: Editora da UNB, 2006.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A. “**A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**”. Brasília: Editora da UNB, 2006.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo/SP: Ed. Centauro, 2006.

PINHEIRO, C. **Aplicações para ebooks**. [S.l.]: Ler Ebooks, [201-]. Disponível em:
<http://lerebooks.wordpress.com/aplicacoes-para-ebooks/>. Acesso em: 11 jul. 2019.

PROCÓPIO, E. **O livro na era digital: o mercado editorial e as mídias digitais**. São Paulo:
Giz Editorial, 2010.

RYBSKI, D. Sobre a origem e evolução do Sistema Solar. **Instituto Superior Técnico Engenharia Física Tecnológica**.2000.

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), do Projeto de Pesquisa sob o título “Livro digital sobre Gravitação Universal e Astronomia: uma leitura na perspectiva de David Paul Ausubel”. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é da pesquisadora responsável. Em caso de recusa, você não sofrerá qualquer tipo de penalidade, de forma alguma. Meu nome é Andreia Soares de Sousa Reis, professora de Física responsável pela pesquisa sob a orientação da Prof.^a Dr.^a Hilda Mara Lopes Araújo. Nesse trabalho, vamos desenvolver e aplicar o Livro Digital “*Desvendando os Mistérios do Infinito*”, que pretende analisar como o uso dessa tecnologia digital pode potencializar a aprendizagem de um determinado conteúdo no ensino de Física.

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

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável no telefone: (86) 98877-1783 ou pelo e-mail andreareisportela@gmail.com.

Consentimento livre e esclarecido

Declaro que compreendi os objetivos desta pesquisa, como ela será realizada, os riscos e benefícios envolvidos e concordo em participar voluntariamente da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer penalidade. Dou meu consentimento para que a equipe de pesquisadores que elaborou o questionário utilize os dados por mim fornecidos, de forma anônima, em relatórios, artigos e apresentações.

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA
COMO SUJEITO DA PESQUISA**

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo como sujeito. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora prof.^a Andreia Soares de Sousa Reis sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios, caso existam, decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade.

Local e data _____, _____ de Junho de 2019.

Assinatura do participante

Eu, prof.^a Andreia Soares de Sousa Reis, obtive de forma voluntária o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do sujeito da pesquisa.

ANEXO B – CERTIFICADO XV SEMAFIS



CERTIFICADO

Certificamos que **ANDREIA SOARES DE SOUSA REIS** participou da XV SEMANA DE MATEMÁTICA, FÍSICA E CIÊNCIAS – SEMAFIS, realizada no período de 06 a 08 de novembro de 2019 no Instituto Federal do Piauí – IFPI Campus Teresina Central, com carga horária de 30 horas.

Teresina – PI, 08 de novembro de 2019.



Francimar Holanda
Presidente da Comissão Organizadora
Port. n.º 3.912,28/12/2016
IFPI – Campus Teresina Central



José Mascena Dantas
Diretor de Extensão
IFPI – Campus Teresina Central




CERTIFICADO

Certificamos que **ANDREIA SOARES DE SOUSA REIS e SANDRO ALVARENGA PORTELA** atuaram como ministrantes do minicurso **METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA E MATEMÁTICA** na XV SEMANA DE MATEMÁTICA, FÍSICA E CIÊNCIAS – SEMAFIS, realizada no período de 06 a 08 de novembro de 2019 no Instituto Federal do Piauí – IFPI Campus Teresina Central.

Teresina – PI, 08 de novembro de 2019.



Francimar Holanda
Presidente da Comissão Organizadora
Port. n.º 3.912,28/12/2016
IFPI – Campus Teresina Central



José Mascena Dantas
Diretor de Extensão
IFPI – Campus Teresina Central



ANEXO C – CERTIFICADO II JORNADA DE FÍSICA

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO E CULTURA COORDENADORIA DE PROGRAMAS, PROJETOS E EVENTOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS	
<h3>CERTIFICADO</h3>		
<h1>PREXC</h1>		
Conferido a		
ANDREIA SOARES DE SOUSA REIS		
por haver participado do(a) Evento de extensão "II SEMINÁRIO - FORMAÇÃO E PRÁTICA DOCENTE: CONHECIMENTOS E MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA" , no período de 08 a 09 de novembro de 2018, perfazendo um total de 16 horas .		
Teresina, 26 de Março de 2020		
Prof. Dr. Antônio Aécio de Carvalho Bezerra Coordenador(a) da CPPEC/PREXC	Profa. Dra. Josania Lima Portela Carvalhêdo Coordenador(a) do Evento	_____ Participante
Para verificar a autenticidade deste documento acesse http://sis.ufpi.br/sisprex/www/verificarcertificado/certificado e insira o código verificador e402004a		

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO E CULTURA COORDENADORIA DE PROGRAMAS, PROJETOS E EVENTOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS	
<h3>CERTIFICADO</h3>		
<h1>PREXC</h1>		
Conferido a		
ANDREIA SOARES DE SOUSA REIS		
por haver participado da Oficina " METODOLOGIAS ATIVAS EM SALA DE AULA " no(a) Evento de extensão "II JORNADA DE ENSINO DE FÍSICA DA UFPI" , no período de 21 a 23 de agosto de 2019, perfazendo um total de 08 horas .		
Teresina, 26 de Março de 2020		
Prof. Dr. Antônio Aécio de Carvalho Bezerra Coordenador(a) da CPPEC/PREXC	Profa. Dra. Cláudia Adriana de Sousa Melo Coordenador(a) do Evento	_____ Participante
Para verificar a autenticidade deste documento acesse http://sis.ufpi.br/sisprex/www/verificarcertificado/certificado e insira o código verificador c8f865b2		

ANEXO D – CERTIFICADO AFIRSE



CERTIFICADO

II SEMINÁRIO NACIONAL DA AFIRSE
Prática Pedagógica e Currículo em Interface necessária com a Pesquisa

Andreia Soares de Sousa Reis
Lucianno Cabral Rios
Cristian Fernandes Santos

Participaram do II SEMINÁRIO NACIONAL DA AFIRSE, intitulado “Prática Pedagógica e Currículo: interface necessária com a Pesquisa”, na Instituição Uninassau, em Parnaíba - Piauí, no período de 06 a 09 de dezembro de 2018.

Tipo de participação:
Comunicação Científica: TAPETE FÍSICO: A UTILIZAÇÃO DE UM JOGO DIDÁTICO COMO MECANISMO MEDIADOR DO ENSINO DE ONDULATÓRIA

Ateliê: EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO

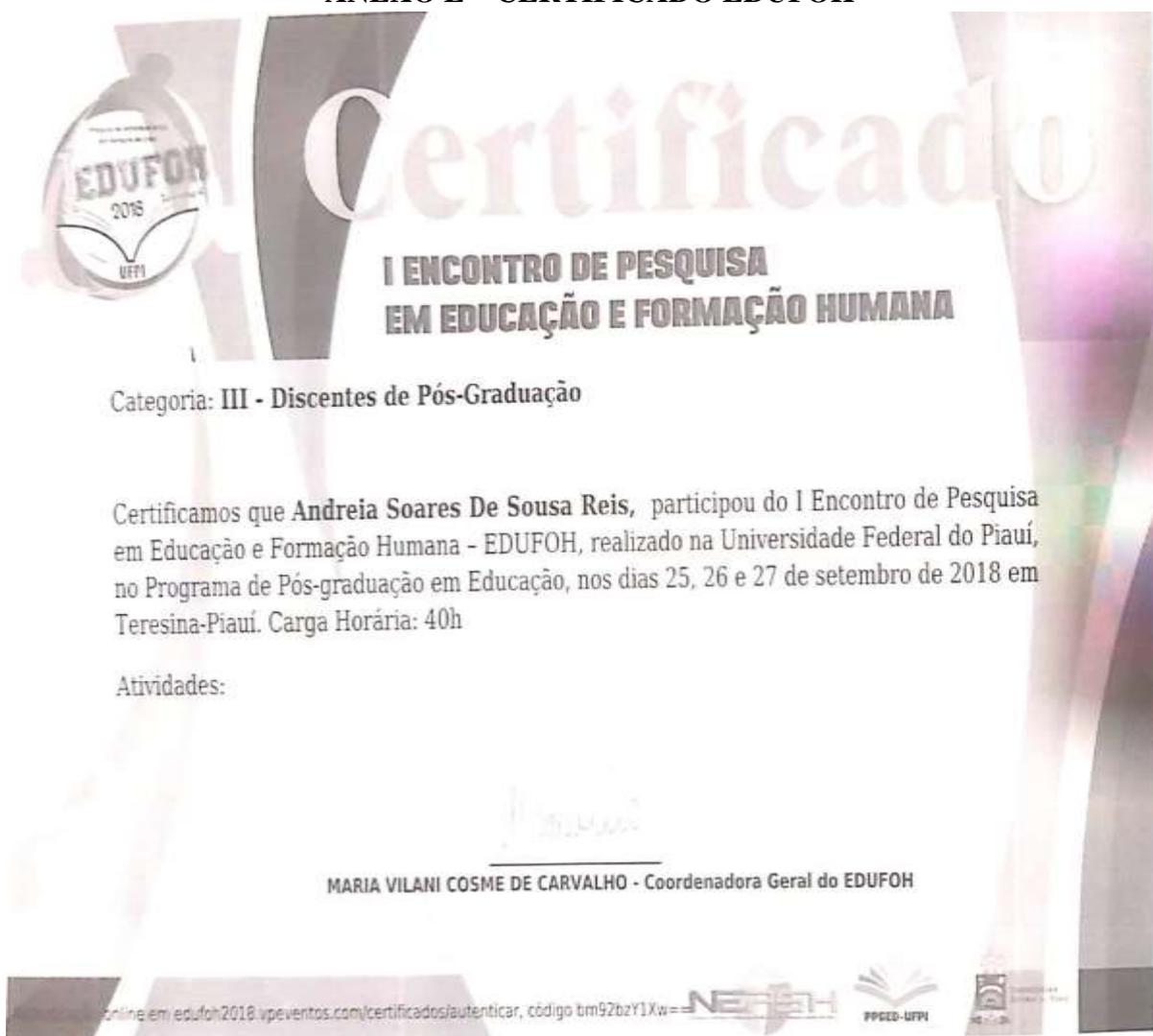

 Nana Maria Lopes de Melo Ibiapina
 Presidente da Afirse – Seção Brasileira

Carga horária: 60h
 06 a 09 / Dez / 2018
 Parnaíba - PI
www.afirse.com.br

Realização:  Patrocínio:






ANEXO E – CERTIFICADO EDUFOH



DECLARAÇÃO

Declaramos que **Andreia Soares de Sousa Reis**, está inscrita como participante no I Encontro de Pesquisa em Educação e Formação Humana – EDUFOH 2018, a realizar-se na Universidade Federal do Piauí, no Programa de Pós-graduação em Educação, nos dias 25, 26 e 27 de setembro de 2018 em Teresina-Piauí, Carga Horária: 40h

MARIA VILANI COSME DE CARVALHO

Coordenadora da Comissão Organizadora do I EDUFOH

edufoh@gmail.com