



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA

DAVID HERMANN LUCENA MATOS

A TERRA NÃO É PLANA

FORTALEZA

2021

DAVID HERMANN LUCENA MATOS

A TERRA NÃO É PLANA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino Física da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. João Hermínio da Silva

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M381t Matos, David Hermann Lucena.
A terra não é plana / David Hermann Lucena Matos. – 2021.
128 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. João Hermínio da Silva.

Coorientação: Prof. Dr. Fellipe dos Santos Campelo Rego.

1. A terra não é plana. 2. Ensino de Física. 3. Gamificação. 4. Terraplanismo . 5. Jogo de tabuleiro. I. Título.

CDD 530.07

DAVID HERMANN LUCENA MATOS

A TERRA NÃO É PLANA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino Física da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: 02/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Hermínio da Silva (Orientador)
Universidade Regional do Cariri (URCA)

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Bartolomeu Cruz Viana Neto
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

AGRADECIMENTOS

Nesses anos de mestrado, de muito estudo, esforço e dedicação gostaria de agradecer a algumas pessoas que me acompanharam e foram fundamentais para a realização de mais esse projeto. Por isso, expresso aqui através de palavras sincera, um pouco da importância que elas tiveram, e ainda tem, nesta conquista e a minha sincera gratidão a todas elas.

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade, ousadia e determinação dada por Ele para que eu concluísse essa dissertação, pois sem Deus não teria chegado até aqui.

A minha esposa Camila Matos, pela paciência e compreensão nos momentos mais difíceis que passamos ao longo dessa jornada. Seu amor e apoio foram fundamentais em todas as circunstâncias. As minhas filhas Valentina e Catarina que na inocência e alegria de viver me deram o combustível necessário para seguir em frente. Sou muito feliz em tê-las em minha vida.

À minha mãe Marly pelo esforço de me proporcionar ao longo dos anos o melhor, cheguei até aqui porque seu sacrifício e amor aos longos dos anos que puderam me proporcionar as melhores oportunidades acadêmicas. O meu muito obrigado.

A bíblia fala em Êxodo 20:12 – “Honra teu pai e tua mãe, a fim de que se prolongue os teus dias na terra que o Senhor Deus te dá”. A meu pai Hernando de Lucena, toda honra a ele merecida.

Aos meus tios Ivan Cordeiro e Rubens Cordeiro, que foram as minhas maiores figuras paternas incentivadoras que tive na infância até os dias de hoje. Muito obrigado pelas palavras incentivadoras, que iniciaram lá quando não tinha noção de nada ao longo da caminhada. Obrigado por tudo meus tios amados.

A minha sogra Alessandra pelo incentivo de dar continuidade a esta dissertação, como também ao meu cunhado Benjamim e minha cunhada Hadassa, ao meu irmão Hernando e cunhada Andréa e aos meus sobrinhos Isabela, Joaquim, Isaac, Hanna e Hagen.

Minha gratidão especial ao meu orientador professor Dr. Jose Hermínio, pela pessoa e profissional que é. Obrigada por sua dedicação, que o fez, por muitas vezes, deixar de lado seus momentos de descanso para me ajudar e orientar. E principalmente por ter acreditado e ter depositado sua confiança em mim ao longo de todos esses anos de trabalho.

Um obrigado especial aos meus amigos Cícero Arthur e Isaías Batista, esses mais que amigos, posso dizer que foram irmãos que me ajudaram ao longo dessa jornada acadêmica, onde tive a honra de dividir a sala de aula com eles, como também dividi as horas

de estudos investidos em provas e trabalhos, além das horas de descontração e resenhas. Ao longo desse curso de mestrado, me ajudaram além da jornada acadêmica, a eles a minha eterna gratidão.

Aqui na lista dos amigos feitos nessa caminhada de mestrado, iniciada em 2014 não posso esquecer figuras importantíssimas, iniciando por Fellipe Campelo, que foi quase um orientador para mim, onde o me ajudou em praticamente todos os passos do mestrado acadêmico, além de estudar individualmente mecânica clássica comigo, para prova de seleção do mestrado, nunca esquecerei disso meu nobre amigo, esse posso dizer que foi um amigo que fiz nessa fase acadêmica.

Aqui enalteço a participação de pessoas que para mim foram pessoas que mais me inspiraram no mestrado acadêmico, são eles Nailson Vasconcelos, Keilla Façanha e Rodrigo dos Santos (“Chefe”). Esses aqui foram meus inspiradores nesse mestrado, pois eles me mostraram que com determinação e esforço se chega a lugares inimagináveis. A eles também o meu muito obrigado.

Não poderia esquecer três amigos e incentivadores, Fernando Martins, Roberto Namor e Robson Maia, pelo incentivo constante em me fazer permanecer na caminhada acadêmica após os percalços, a eles o meu muito obrigado.

Esquecer meu parceiro de “descontração”, nem pensar, Vinnie Silva foi um cara marcante, principalmente foi meu parceiro nas últimas disciplinas do mestrado acadêmico, eletromagnetismo 2, e mecânica estatística. Meu parceiro de trabalhos, e apresentações, agradeço pela parceria formada meu nobre amigo, um cara que faço questão de levar até o final da caminhada.

O meu agradecimento a um cara que eu admiro demais, grande “Raul” (Antônio Ribeiro), um cara inspirador por vários motivos, pela simplicidade, carisma, gentileza e além de ser um cara generoso. Lembro demais que ele foi peça fundamental na minha aprovação do IFCE, pois eu apresentei a ele minha aula didática, e os conselhos que ele me deu, utilizei todos para melhorar minha aula. Lembro demais por cada crítica meu nobre amigo, que você me fez, e elas foram que me levaram onde me encontro hoje. Além de ter sido peça fundamental meu nobre amigo, na minha aprovação em eletromagnetismo 2. A você meu nobre amigo e irmão, o meu muitíssimo obrigado.

Quero deixar meu agradecimento especial ao meu nobre amigo Márcio Gomes, grande piauiense, um cara inspirador, ser humano nobre de coração, e sempre dedicado no que faz, um cara que sempre esteve disposto a ajudar. Um cara que fez falta após a mudança pra Brasília. Parceiro de bons estudos, além de ser fera no que faz. Nunca esquecerei do velho

Golf prata dele, que quando ele precisou vender, me pediu uma “ajudinha” para desenrolar um problema mecânico. Esse aqui é o verdadeiro cara desenrolado. Meu amigo, não poderia esquecer de você nesses agradecimentos.

Agradecer a três grandes amigos, que apesar de terem estado comigo no mestrado, foram pessoas que me inspiraram a ser um professor melhor. Eles, sem dúvida, foram responsáveis por eu estar chegando até aqui falo de grandes amigos que levo no coração, Luiz Paulo, Alex Samyr e Gylly Peterson (o “Pet”), a eles o meu muito obrigado por todo incentivo e inspiração.

Quero agradecer a três professores que foram inspiradores para entrar no IFCE, eles, meus colegas de graduação, mas me incentivaram de forma direta em busca do serviço público, são eles João Cláudio, Luis José e Henrique Camelo (em memória), esses foram imprescindíveis.

Agradeço também aos professores Dr. Marcos Antônio e Dr. Bartolomeu Cruz, membros da banca de defesa de Mestrado, pelos concelhos, sugestões e interesse em contribuir para o desenvolvimento desse projeto.

Quero agradecer em especial o professor Carlos Alberto, a ele tenho a eterna admiração e respeito mestre. Graças aos minutos que o senhor dedicou do seu tempo, quando o senhor estava em sua aula, saiba mestre que o senhor foi inspirador naquele momento em que eu precisava de ânimo, e saiba mestre que o senhor foi totalmente imprescindível na continuidade do mestrado mestre. O senhor foi um dos únicos professores que aliava um potencial de conhecimento físico mestre, com a sua humanidade, algo difícil de encontrar mestre. Ao senhor professor, o meu muito obrigado.

Quero deixar meus agradecimentos a dois grandes professores, Paulo de Tarso e Nildo Loiola, esses são além de professores, são mestres inspiradores. Seres humanos que sempre estão presentes na vida acadêmica do aluno, a eles o meu muito obrigado.

A um ex-aluno do colégio Master, o grande Jorge Wattes, aluno importante nessa conquista, pois ele foi um dos meus alunos que me superou academicamente, pois o mesmo sendo meu aluno no nível médio, e chegou a esse título primeiro que eu. Hoje o Jorge é uma inspiração para mim, pois além de trabalharmos na mesma instituição IFCE, eu me espelho nele para continuar a vida acadêmica, pois o mesmo é engenheiro eletricista, e isso é algo que passei a sonhar na vida como professor. Hoje estou no terceiro ano do curso de engenharia elétrica, e claro, procurando ser pelo menos parecido com ele. A ele, meu agradecimento pela inspiração.

O meu muito obrigado aos meus queridos alunos do IFCE pelo tempo disponibilizado para aplicação do jogo e participação com esmero. Sou muito grato pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES 001) e ao Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física (MNPEF), pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Aos discentes entrevistados, pelo tempo concedido nas entrevistas.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

“Somente duas coisas são infinitas: o Universo e a estupidez humana. E não estou seguro quanto à primeira. ” (ALBERT EINSTEIN, 1879-1955).

RESUMO

Este trabalho tem como intuito de abordar alguns fenômenos naturais e fatos históricos ocorridos na humanidade, como o formato esférico do nosso planeta, esse trabalho foi idealizado em virtude do aumento de correntes que acreditam que o nosso planeta tem o formato plano, chegando hoje a 10% da nossa população acredita na ideia dessa corrente. Esse trabalho também disponibiliza um jogo, que é uma forma alternativa de aliar o conhecimento teórico adquirido na sala de aula à prática do ensino de Física, como uma estratégia de aumentar o interesse dos alunos em tentar aplicar de forma prática o conteúdo de Física, de forma mais específica, a forma da Terra, com a explicação de fenômenos naturais que acontecem no nosso planeta. A partir de uma enquete com os alunos do ensino médio, ficou verificada a necessidade de agregar novas metodologias de ensino, a fim de que o aluno pudesse, além de se sentir mais motivado, a ter um entendimento com relação a forma do planeta. Em razão disso, foi criado o jogo de tabuleiro “A TERRA NÃO É PLANA”, que tem como finalidade apresentar aos alunos uma ferramenta atual atrelada ao recurso de gamificação, a fim de despertar um maior interesse em interagir com a disciplina e ter um entendimento correto com relação aos fenômenos naturais. O jogo de tabuleiro “A TERRA NÃO É PLANA” possui alguns recursos de curiosidades e interação aplicados ao conteúdo de gravitação universal, fazendo parte de um jogo divertido e interativo, acabando por alcançar uma maior performance de aprendizagem do ensino de Física e ter o entendimento correto sobre a forma terrestre.

Palavras-chave: Ensino de Física; Jogo de Tabuleiro; Terraplanismo; Terra globo.

ABSTRACT

This work aims to address some natural phenomena and historical facts that occurred in humanity, such as the spherical shape of our planet, this work was conceived due to the increase in currents that believe that our planet has a flat shape, reaching today 10 % of our population believes in the idea of this current. This work also provides a game, which is an alternative way of combining theoretical knowledge acquired in the classroom with the practice of teaching Physics, as a strategy to increase students' interest in trying to practically apply the Physics content of more specifically, the shape of the Earth, with the explanation of natural phenomena that happen on our planet. From a survey with high school students, it was verified the need to add new teaching methodologies, so that the student could, in addition to feeling more motivated, to have an understanding of the shape of the planet. As a result, the board game "THE EARTH IS NOT FLAT" was created, which aims to present students with a current tool linked to the gamification resource, in order to arouse greater interest in interacting with the discipline and having an understanding correct with regard to natural phenomena. The board game "THE EARTH IS NOT FLAT" has some features of curiosities and interaction applied to the universal gravitation content, being part of a fun and interactive game, ending up achieving greater learning performance in Physics teaching and having the understanding correct about the terrestrial form.

Keywords: Teaching Physics; Board game; Earthworks; Earth globe.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Telescópio criado por Galileu em 1609 para observar o universo	30
Figura 2	– Imagem de Erastóstenes (diretor bibliotecário em Alexandria)	32
Figura 3	– Representação da diferença entre as sombras das cidades de Siena e Alexandria	33
Figura 4	– Representação da distância entre Siena e Alexandria	33
Figura 5	– Diferença angular entre as sombras das antes (mesmo tamanho), entre as cidades de Siena e Alexandria encontra por Eratóstenes	34
Figura 6	– Representação da diferenciação das sombras geradas em edificações iguais (altura), no mesmo horário do dia	34
Figura 7	– Representação da lógica de Eratóstenes encontrando o comprimento aproximado do comprimento da Terra	34
Figura 8	– Eixo de inclinação do eixo de rotação terrestre	36
Figura 9	– Iluminação diferente nos hemisférios	36
Figura 10	– Diferença entre incidência solar nos hemisférios	37
Figura 11	– Espessura percorrida pela radiação nos hemisférios em virtude da inclinação terrestre	37
Figura 12	– Representação o equinócio de setembro	38
Figura 13	– Espessura percorrida pela radiação nos hemisférios em virtude da inclinação terrestre	38
Figura 14	– Representação das estações	39
Figura 15	– luminosidade no hemisfério norte e sul	39
Figura 16	– Diferença entre incidência solar nos hemisférios	40
Figura 17	– Diferença entre incidência solar nos hemisférios	40
Figura 18	– Representação das estações	41
Figura 19	– Representação o equinócio de março	41

Figura 20 – Espessura percorrida pela radiação nos hemisférios em virtude da inclinação terrestre	42
Figura 21 – Representação das estações	42
Figura 22 – luminosidade no hemisfério norte e sul	43
Figura 23 – Visualização do navio a partir da costa marítima	44
Figura 24 – Fases da lua	45
Figura 25 – Explicação da face oculta da lua	45
Figura 26 – Foto de Fernão Dias	46
Figura 27 – Imagem da Caravela	47
Figura 28 – Rota da expedição de Fernão de Magalhães	48
Figura 29 – Imagem do eclipse lunar	49
Figura 30 – Algumas das constelações	50
Figura 31 – Imagem de um voo comercial onde se observa a curvatura da Terra	51
Figura 32 – Foto do “alinhamento” tangencial entre a terra e o sol	52
Figura 33 – Platão e Aristóteles	53
Figura 34 – Modelo das esferas homocêntricas de Eudóxio. A primeira esfera (esq.) representa, na realidade, o movimento diurno da Terra. Outras esferas, tendo como centro a Terra, são sucessivamente articuladas a vários eixos, com diferentes inclinações	54
Figura 35 – Ilustração do livro Da Revolução dos Orbes Celestes, de Copérnico, com o modelo heliocêntrico do sistema solar e do modelo de Tycho Brahe	55
Figura 36 – Variável angular na descrição do movimento	57
Figura 37 – Variáveis do movimento circular	57
Figura 38 – Diagrama de corpo livre e as componentes polares das forças	61
Figura 39 – O peso do objeto A pode manter o objeto B em movimento circular uniforme.....	63
Figura 40 – Forças atuantes em um pêndulo simples	63

Figura 41 – Sistema solar: órbitas quase circulares	64
Figura 42 – Satélite geoestacionário	66
Figura 43 – O que é gamificação	77
Figura 44 – O que promove a gamificação na educação	77
Figura 45 – Como funciona a Gamificação	78
Figura 46 – Layout do tabuleiro do jogo “A TERRA NÃO É PLANA”.....	90
Figura 47 – Aula sobre a História do formato terrestre	96
Figura 48 – Momento da aula que trato de explicar os tipos de dias, e destaco a dinâmica do movimento circular	97
Figura 49 – Alunos começando o jogo-teste do jogo “A Terra não é plana”.....	97
Figura 50 – Professor lendo uma das questões do jogo “A Terra não é plana” durante a aplicação do jogo-teste	98
Figura 51 – Momento em que um pino da equipe 1 está na casa 5 e o outro pino da equipe 2 tá na casa 10	98

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Levantamento dos alunos que sabem o que é geocentrismo	81
Gráfico 2 – Levantamento dos alunos que sabem o que heliocentrismo	81
Gráfico 3 – Levantamento dos alunos que acreditam que a Terra está estática no sistema solar	82
Gráfico 4 – Levantamento dos alunos que acreditam que a Terra possui algum movimento no sistema solar	82
Gráfico 5 – Levantamento dos alunos que entendem o processo de formação e uma bolha de sabão	83
Gráfico 6 – Levantamento dos alunos que entendem o processo de formação do sistema solar	83
Gráfico 7 – Levantamento dos alunos que acreditam em satélite e o entendimento como os mesmos se mantêm em órbita	84
Gráfico 8 – Levantamento dos alunos que entendem o que é um epiciclo	84
Gráfico 9 – Levantamento dos alunos que sabem diferenciar o dia sinódico do dia sideral	85
Gráfico 10 – Levantamento dos alunos que entendem o que é uma paralaxe	85
Gráfico 11 – Levantamento dos alunos que entendem o processo de mudança das estações do ano	86
Gráfico 12 – Levantamento dos alunos que entendem o processo de mudança das fases da lua	86
Gráfico 13 – Levantamento dos alunos que entendem que o dia em mercúrio é maior que o ano nesse planeta	87
Gráfico 14 – Levantamento dos alunos que entendem o que significa aurora boreal	87
Gráfico 15 – Levantamento dos alunos que sabem qual a forma do planeta Terra	88
Gráfico 16 – Levantamento dos alunos que entendem, através do formato da Terra, a explicação de fenômenos naturais	88

Gráfico 17 – Levantamento dos alunos que entendem o processos de origem do planeta

Terra e conseqüentemente do universo 89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Equações das forças e acelerações no movimento pendular	64
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
IFCE	Instituto Federal do Ceará
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física
a.C.	Antes de Cristo
d.C.	Depois de Cristo

LISTA DE SÍMBOLOS

m	Metros
t	Toneladas
Km	Quilômetro
T	Período/Tração
R	Raio do movimento circular
M	Massa
G	Constante da gravitação universal
Wo	Velocidade angular
a _{cp}	Aceleração centrípeta
V	Velocidade tangencial
m	Massa
F	Força gravitacional
P	Força peso
L	Comprimento do fio
a _{tang}	Aceleração tangencial
φ	Ângulo de inclinação em relação a vertical do pêndulo
ρ	Raio do movimento circular
d	Comprimento da circunferência

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA HISTÓRICA E CIENTÍFICA NA EVOLUÇÃO DO ESTUDO DA FORMA DA TERRA ATÉ OS DIAS ATUAIS, COM A EXPLICAÇÃO DE FENÔMENOS FÍSICOS E SITUAÇÕES TRADICIONAIS	25
2.1	Evolução da Astronomia	25
2.1.1	<i>Breve linha do tempo da Astronomia</i>	25
2.2	A HISTÓRIA DO 1º ASTRÔNOMO	32
2.3	EXPLICAÇÃO DE FENÔMENOS DA NATUREZA ATRAVÉS DA FORMA “ESFÉRICA” DA TERRA	35
2.3.1	<i>1º Fenômeno – Variações das estações do ano</i>	35
2.3.1.1	<i>Solstício de Junho</i>	36
2.3.1.2	<i>Equinócio de Setembro</i>	37
2.3.1.3	<i>Solstício de Dezembro</i>	39
2.3.1.4	<i>Equinócio de Março</i>	41
2.3.2	<i>2º Fenômeno – Desaparecimento do navio no horizonte</i>	43
2.3.2.1	<i>Navio no horizonte</i>	43
2.3.3	<i>3º Fenômeno – Qual o mais distante, o Sol ou a Lua? Fases da Lua</i>	44
2.3.4	<i>4º Fenômeno – A volta ao mundo por Fernão Magalhães</i>	46
2.3.5	<i>5º Fenômeno – Eclipse Lunar</i>	48
2.3.6	<i>6º Fenômeno – Observação de Constelações</i>	49
2.3.7	<i>7º Fenômeno – Existência do Fuso-Horário</i>	50
2.3.8	<i>8º Fenômeno – Viajar de Avião</i>	51
2.3.9	<i>9º Fenômeno – Pôr do Sol</i>	51
3	MOVIMENTO CIRCULAR DA ANTIGUIDADE AOS DIAS ATUAIS	53
3.1	<i>Movimentos circulares na Antiguidade</i>	53
3.2	<i>Epípiclos</i>	54
3.3	<i>Newton e o Movimento Circular</i>	56
3.3.1	<i>Variáveis no Movimento Circular</i>	56
3.3.2	<i>Cinemática do Movimento Circular</i>	58

3.3.2.1	<i>Velocidade angular, velocidade escalar e velocidade vetorial</i>	58
3.3.2.2	<i>Aceleração angular, vetorial e centrípeta.....</i>	59
3.3.3	<i>A dinâmica do Movimento Circular.....</i>	59
3.4	<i>Movimento Circular Uniforme.....</i>	61
3.4.1	<i>Quando o peso do corpo contribui para o movimento circular de outro corpo.</i>	63
3.4.2	<i>Dinâmica do movimento circular de um pêndulo.....</i>	63
3.4.3	<i>Movimento Circular num Campo Gravitacional.....</i>	64
4	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO: O CRESCIMENTO EXAGERADO DAS IDEIAS DO TERRAPLANISMO POR TODO PAÍS, ASSOCIADO AOS PREJUÍZOS CIENTÍFICOS GERADO PELA DISSIMINAÇÃO ERRONEA DO LADO CIENTÍFICO	67
5.2	<i>O uso da gamificação como Ferramenta Didática-Integradora do Ensino de Física.....</i>	73
6	DO PRODUTO EDUCACIONAL: “A TERRA NÃO É PLANA”: OBJETIVO, ESTRATÉGIA DIDÁDICA E ELEMENTOS UTILIZADOS COMO FORMA DE MOTIVAR E DESPERTAR O INTERESSE DO CONTEÚDO PELOS ALUNOS	80
6.1	<i>O Processo de Escolha (e Definição da Estratégia Didática Pedagógica de Aprendizagem) do Produto Educacional</i>	
6.2	<i>Do Produto Educacional “A TERRA NÃO É PLANA”: Objetivo, Estratégia Didática e Elementos Utilizados Como Forma de Motivar e Despertar o Interesse do Conteúdo Pelos Alunos</i>	89
7	A IMPRESSÃO DOS ALUNOS APÓS A APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL “FÍSICA EM MOVIMENTO”: METODOLOGIA, AVALIAÇÃO E PONDERAÇÃO DOS RESULTADOS	96
7.1	<i>O Jogo de Tabuleiro “A Terra não é Plana” como forma de revisão, reforço e avaliação da aprendizagem dos alunos (Metodologia).....</i>	100
7.1.1	<i>Finalidade da Aplicação Do Produto Educacional</i>	101
7.1.2	<i>Período de Aplicação Do Produto Educacional</i>	101
7.1.3	<i>Embasamento Necessário Para Aplicação Do Produto Educacional.....</i>	101
7.1.4	<i>Aplicação Do Produto Educacional</i>	102
7.1.5	<i>O Transcorrer da aplicação do produto educacional.....</i>	102
7.1.6	<i>A avaliação dos resultados e a auto avaliação da aplicação do produto.....</i>	102

8	CONCLUSÃO	103
	REFERÊNCIAS	105
	APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	107
	ANEXO A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	125
	ANEXO B – FEEDBACK DO JOGO TESTE COM A IMPRESSÃO DOS ALUNOS QUE PARTICIPARAM DA TESTAGEM	127

1 INTRODUÇÃO

“A ausência de certeza em relação às coisas, e às teorias, é o que move a ciência”, entretanto, para muitas pessoas, principalmente estudantes do ensino médio, esta disciplina não chega com a praticidade que deveria.

Para ponderarmos sobre a assertiva acima, no XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, ocorrido em 2009, na cidade de Vitória – ES, uma pesquisa apresentada por Fernandes e Filgueira intitulada: “Por que ensinar e por que estudar física? O que pensam os futuros professores e os estudantes do ensino médio?”, chamou atenção, a qual nos serve de base para começarmos este estudo.

Necessariamente, o ensino de física faz parte da educação básica na formação do cidadão e deve atender tanto àquelas pessoas que darão continuidade aos seus estudos, quanto àquelas que depois do ensino médio não terão mais contato escolar com esta disciplina. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ Ensino Médio):

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas (BRASIL, 2002, p.59).

É importante que professores e alunos reconheçam a importância do conhecimento em física na formação básica de qualquer indivíduo, porém, isso nem sempre acontece. Para os alunos essa disciplina é vista como difícil e desvinculada da realidade. Embora Fernandes e Filgueira (2009) digam que para os professores a disciplina é fácil, diretamente relacionada ao cotidiano, e geralmente atribuem as dificuldades dos seus estudantes à falta de embasamento matemático, acreditamos que essa verdade não se adéqua a todos os professores e esperamos que este trabalho traga algumas contribuições teóricas e um modo mais direto e prático de ensinar física.

Relacionar as leis da física ao cotidiano é uma das maneiras mais efetivas de mostrar a importância da disciplina para os alunos, além de gerar formulações errôneas sobre as leis que regem a natureza.

Dentre os resultados obtidos pela pesquisa dos autores Fernandes e Filgueiras, a maior concordância encontrada foi com relação à percepção do conhecimento de física como uma importante ferramenta para compreender e explicar fenômenos naturais, fenômenos

cotidianos e o funcionamento de aparelhos que fazem parte do aparato tecnológico moderno.

Existe uma visão partilhada de que vivemos em uma sociedade tecnológica, que convivemos o tempo todo com aparelhos elétricos e que o conhecimento em física é essencial para entendermos e desfrutarmos dessa tecnologia. Além disso, alunos do curso de licenciatura em física e alunos do ensino médio veem a física como a disciplina escolar capaz de explicar todas as categorias de fenômenos naturais, mas principalmente aqueles presentes no seu cotidiano imediato. Entre os estudantes do ensino médio essa visão é mais forte, talvez porque parece existir a crença de que a ciência é completa, perfeita, fechada e, portanto, tudo o que é tido como cientificamente comprovado ou é cientificamente explicado passa a ser verdade.

Outro ponto de vista bem comum entre os grupos diz respeito ao fato de o conhecimento em física contribuir para uma forma de pensar científico. Para os estudantes do ensino médio, esse pensar se relaciona à aplicação do pensamento racional no dia-a-dia. De certa forma, essa visão envolve a explicação de fenômenos, porém a partir da aplicação direta do conhecimento científico. Os estudantes do curso de licenciatura vão um pouco mais além. O pensar científico nesse caso promove o rompimento com crenças, conhecimentos intuitivos e pensamentos sem fundamentação teórica.

Atualmente, no Brasil estimasse que 7% da população já seja terraplanista, o que representa cerca de 11 milhões de pessoas (ISTO É, 2021). A elevação desse número está associada primeiramente com a dificuldade no nosso sistema de educação, percebesse que cada vez mais o número de crianças e adolescentes não estão estudando da forma que deveriam, deixando de ter interesse cada vez mais pelo estudo da matemática e ciências de uma forma geral (falaremos um pouco mais sobre esse assunto).

A precariedade do estudo científico de forma correta, mostra que a internet tem um papel devastador do conhecimento científico. Pessoas que não são compromissadas com o conhecimento científico (como youtubers, coaching, palestrantes, influenciadores digitais, etc) corroboram para o aumento desse índice de desvio científico ocorra, devido ao número de eventos organizados pelos seus idealizadores, como palestras, seminários e até mesmo congressos ao nível nacional e internacional.

A grande motivação do tema desse trabalho está associada ao número crescente de perguntas que chegam a muitos professores de escolas públicas e privadas, com relação à incerteza da forma do globo terrestre. Esses números crescem a cada ano, e estão associadas as correntes de pensamentos terraplanistas, não somente no Brasil como em todo mundo.

O objetivo não é apenas fazermos a correta divulgação da evolução histórica de como o

homem chegou à conclusão que a Terra é redonda, porém os fatores que comprovam o formato correto de nosso planeta.

Sabemos como a aprendizagem de física, às vezes, é tão cheia de dificuldades por parte dos alunos que não conseguem ter uma conexão do teórico com o prático, e em muitos casos apenas com a aula tradicional (aula expositiva), o conteúdo de sala de aula não tem uma aplicação cotidiana para os estudantes. É fato também que os alunos não conseguem verificar em sala de aula uma forma para que suas características, seus conhecimentos prévios e suas aptidões possam interferir de forma positiva na ação implementada apenas pelo professor.

Pensando nesses desafios, esse material é baseado nas ideias de duas teorias da aprendizagem: Teoria das Inteligências Múltiplas, de Howard Gardner, e da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel.

Além disso, nosso produto educacional executa um papel muito interessante com a interdisciplinaridade, gerando conexões entre a Física, Matemática (claro, nossa ferramenta indispensável para o estudo completo da forma esférica terrestre), a Geografia, a História e claro a Filosofia, onde podemos dizer ser o princípio de tudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA HISTÓRICA E CIENTÍFICA NA EVOLUÇÃO DO ESTUDO DA FORMA DA TERRA ATÉ OS DIAS ATUAIS, COM A EXPLICAÇÃO DE FENÔMENOS FÍSICOS E SITUAÇÕES TRADICIONAIS

2.1 EVOLUÇÃO DA ASTRONOMIA

Muitas civilizações antigas tratavam os astros como divindades. O estudo dos movimentos dos planetas e estrelas permitia aos povos antigos a distinção entre épocas de plantio e colheita, por exemplo. Algumas culturas antigas, como os maias, os chineses, os egípcios e os babilônios, conseguiram complexos calendários baseados no movimento do Sol e outros astros e foram de extrema importância para o homem poder fixar uma época de plantio e colheita. Os povos utilizaram a Astronomia para determinar o período de plantio, segundo as inundações do rio Nilo.

A Astronomia motivada pela agricultura foi um dos grandes impulsos para a evolução das culturas sedentárias. Em todo o mundo a história se repetiu. Os maias, por exemplo, possuíam regras para o movimento dos planetas, o que os ajudavam na manutenção de um calendário.

Os gregos antigos também contribuíram muito para o avanço da Astronomia. Muitos filósofos gregos elaboraram modelos com o intuito de explicar o formato da Terra, as estações do ano, bem como os movimentos do Sol, da Lua e dos outros planetas visíveis a olho nu.

Para os astrônomos gregos os estudos eram dedicados a centralidade do universo e das distâncias e volumes tanto da Lua, como da Terra e do Sol. Neste início da astronomia, acreditava-se que tudo girava em torno da Terra. Não é difícil entender porque se pensava desta maneira, já que nas observações a olho nu, o que vemos com mais clareza é o movimento da Lua e do Sol que desaparecem de um lado e reaparecem do outro, e as estrelas que descrevem trajetórias circulares. Para Platão o céu era perfeito e para descrever esta perfeição utilizava o círculo. De maneira geral podemos afirmar que os gregos antigos tinham o pensamento geocêntrico, ou seja, acreditavam que a Terra deveria ser o centro do universo.

2.1.1 Breve linha do tempo da Astronomia

4000 a.C. Na Mesopotâmia (região situada entre os rios Tigre e Eufrates no Oriente Médio, onde hoje é o Iraque) surgiram vários povos, sendo os Sumérios os primeiros habitantes da região e os primeiros a praticarem a astronomia. A princípio eles observavam os

astros por motivos místicos (sendo também os criadores da astrologia), porém com o tempo passaram de astrólogos a astrônomos. Foram os Sumérios que introduziram métodos matemáticos para representar as variações observadas nos movimentos da Lua e dos planetas. Eles utilizavam os zigurates (O zigurate é uma forma de templo, criada pelos sumérios e comum para os babilônios e assírios, pertinente à época do antigo vale da Mesopotâmia e construído na forma de pirâmides terraplanadas) para realizar observações astronômicas;

Em 2500 a.C.: a estrutura de pedras **Stonehenge**, localizada em Londres (Stonehenge é uma estrutura composta, formada por círculos concêntricos de pedras, que chegam a ter 5 m de altura e a pesar quase 50 t, onde se identificam três distintos períodos construtivos) acredita-se que foi construída para marcar o início e o fim dos solstícios.

1300 a.C.: os chineses previam os eclipses, pois conheciam sua regularidade. A astronomia chinesa foi essencialmente religiosa e astrológica. Era uma astronomia equatorial, concentrada nas observações próximas das estrelas circumpolares e baseava-se em princípios diferentes da astronomia ocidental tradicional, em que as elevações e configurações heliacais das constelações do zodíaco formavam a estrutura eclíptica básica. Uma das principais funções da astronomia era para fins de cronometragem. Eles usavam um calendário lunisolar, mas como os ciclos do Sol e da Lua são diferentes, meses bissextos tinham que ser inseridos com frequência. Foram mais de 1700 observações ao longo de 2600 anos.

Tales de Mileto (624 - 546 a.C.) introduziu na Grécia os fundamentos da geometria e da astronomia, trazidos do Egito. Pensava que a Terra era um disco plano em uma vasta extensão de água. Tales “naturalizou” as explicações sobrenaturais, separando a ciência das explicações divinas e místicas, marcando o início da metodologia científica.

Aproximadamente **560 a.C.:** o filósofo grego **Anaxímenes** propôs que as estrelas estão fixas em um envoltório sólido que gira em torno da Terra. Vinte anos antes, seu mestre, Anaximandro, foi o primeiro filósofo a tentar explicar o movimento dos astros sem utilizar os artifícios da mitologia.

Pitágoras de Samos (572 - 497 a.C.) acreditava na esfericidade da Terra, da Lua e de outros corpos celestes. Achava que os planetas, o Sol, e a Lua eram transportados por esferas separadas da que carregava as estrelas. Foi o primeiro a chamar o céu de cosmos.

Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.) explicou que as fases da Lua dependem de quanto da parte da face da Lua iluminada pelo Sol está volta da para a Terra. Explicou, também, os eclipses: um eclipse do Sol ocorre quando a Lua passa entre a Terra e o Sol; um eclipse da Lua ocorre quando a Lua entra na sombra da Terra. Aristóteles argumentou a favor da esfericidade da Terra, já que a sombra da Terra na Lua durante um eclipse lunar é sempre

arredondada. Afirmava que o Universo é esférico e finito. Aperfeiçoou a teoria das esferas concêntricas de Eudoxus de Cnidus (408-355 a.C.), propondo em seu livro *De Caelo*, que "o Universo é finito e esférico, ou não terá centro e não pode se mover."

Heraclides de Pontus (388-315 a.C.) propôs que a Terra gira diariamente sobre seu próprio eixo, que Vênus e Mercúrio orbitam o Sol, e a existência de epiciclos.

Aristarco de Samos (310-230 a.C.) foi o primeiro a propor a Terra se movia em volta do Sol, antecipando Copérnico em quase 2000 anos. Entre outras coisas, desenvolveu um método para determinar as distâncias relativas do Sol e da Lua à Terra e mediu os tamanhos relativos da Terra, do Sol e da Lua. Ele propôs o duplo movimento da Terra: rotação em torno do seu eixo polar e translação ao redor do sol e acreditou que as estrelas se encontram em diferentes distâncias da Terra.

Eratóstenes de Cirênia (276-194 a.C.), bibliotecário e diretor da Biblioteca Alexandrina de 240 a.C. a 194 a.C., foi o primeiro a medir o diâmetro da Terra. Ele notou que, na cidade egípcia de Siena (atualmente chamada de Aswân), no primeiro dia do verão, ao meio-dia, a luz solar atingia o fundo de um grande poço, ou seja, o Sol estava incidindo perpendicularmente à Terra em Siena. Já em Alexandria, situada ao norte de Siena, isso não ocorria; medindo o tamanho da sombra de um bastão na vertical, Eratóstenes observou que em Alexandria, no mesmo dia e hora, o Sol estava aproximadamente sete graus mais ao sul. A distância entre Alexandria e Siena era conhecida como de 5000 estádios. Um estádio era uma unidade de distância usada na Grécia antiga. Um camelo atravessa 100 estádios em um dia, e viaja a cerca de 16km/dia. Como 7 graus corresponde a 1/50 de um círculo (360 graus), Alexandria deveria estar a 1/50 da circunferência da Terra ao norte de Siena e a circunferência da Terra deveria ser 50×5000 estádios. Infelizmente, não é possível se ter certeza do valor do estádio usado por Eratóstenes, já que os gregos usavam diferentes tipos de estádios. Se ele utilizou um estádio equivalente a 1/6 km, o valor está a 1% do valor correto de 40000 km. O diâmetro da Terra é obtido dividindo-se a circunferência por π .

Hiparco de Nicéia (160 - 125 a.C.), considerado o maior astrônomo da era pré-cristã, construiu um observatório na ilha de Rodes, onde fez observações durante o período de 160 a 127 a.C. Como resultado, ele compilou um catálogo com a posição no céu e a magnitude de 850 estrelas. A magnitude, que especificava o brilho da estrela, era dividida em seis categorias, de 1 a 6, sendo 1 a mais brilhante, e 6 a mais fraca visível a olho nu. Hiparco deduziu corretamente a direção dos polos celestes, e até mesmo a precessão, que é a variação da direção do eixo de rotação da Terra devido à influência gravitacional da Lua e do Sol, que leva 26000 anos para completar um ciclo. Para deduzir a precessão, ele comparou as posições

de várias estrelas com aquelas catalogadas por Timocharis de Alexandria e Aristyllus de Alexandria 150 anos antes (cerca de 283 a.C. 260 a.C.). Estes eram membros da Escola Alexandrina do século III a.C. e foram os primeiros a medir as distâncias das estrelas de pontos fixos no céu (coordenadas eclípticas). Foram, também, dos primeiros a trabalhar na Biblioteca de Alexandria, que se chamava Museu, fundada pelo rei do Egito, Ptolémée Sôter Ier, em 305 a.C. Hiparco também deduziu o valor correto de $8/3$ para a razão entre o tamanho da sombra da Terra e o tamanho da Lua e também que a Lua estava a 59 vezes o raio da Terra de distância; o valor correto é 60. Ele determinou a duração do ano com uma margem de erro de 6 minutos.

Ptolomeu (85 d.C. - 165 d.C.) (Claudius Ptolemaeus) foi o último astrônomo importante da antiguidade. Não se sabe se ele era egípcio ou romano. Ele compilou uma série de treze volumes sobre astronomia, conhecida como o *Alma gesto*, que é a maior fonte de conhecimento sobre a astronomia na Grécia. Responsável pela formulação do modelo geocêntrico, onde esse modelo apresentava diversas órbitas circulares, que descreviam com relativa precisão o movimento dos planetas conhecidos, mas não era capaz de explicar o movimento retrógrado de alguns planetas, quando observados da Terra. O modelo foi usado até a época do Renascimento Científico, no século XVI.

Durante o período que vai desde o século IV a.C., até o século XVI d.C., as ideias filosóficas de Aristóteles permaneceram como os únicos pensamentos sistemáticos formulados a respeito dos fenômenos físicos e da estrutura do Universo. (PORTO & PORTO). Esse pensamento de Aristóteles sobre a região celeste que dominou o pensamento ocidental até o Renascimento. Em sua ideia geocêntrica, a Terra é esférica e ocupa o centro de um universo organizado em camadas esféricas concêntricas, em uma estrutura semelhante a uma cebola. (NOGUEIRA, 2009).

Esse modelo geocêntrico grego teve outros aperfeiçoamentos. Eratóstenes (c.276-c.194 a.C., escritor grego, nascido na atual Líbia) mediu a circunferência da Terra por método experimental, obtendo um valor cerca de 15% maior do que o valor real. Já Ptolomeu (Claudius Ptolomeus, segundo século a.C., astrônomo e geógrafo egípcio) modificou o modelo de Aristóteles, introduzindo os epiciclos, isto é, um modelo no qual os planetas descrevem movimentos de pequenos círculos que se movem sobre círculos maiores, esses centrados na Terra. (STEINER, 2006,p.235).

O novo modelo Conhecido com Aristotélico–ptolomaico era compatível com os dados experimentais disponíveis então, em que adotava uma série de hipóteses a respeito do movimento dos planetas, admitindo para cada planeta a composição de um movimento de revolução (epiciclo) em torno de um certo ponto, que, por sua vez, descrevia uma trajetória circular (deferente) em torno de um outro centro. (PORTO & PORTO).

Ptolomeu chega a conclusão, partindo de fatos observáveis, que o céu e a Terra são esféricos, estando esta imóvel no centro geométrico do céu; e admite sermos corpos celestes esferas sólidas homogêneas compostas de éter que se movem circular e regularmente, pois, naturalmente, os matemáticos que faziam astronomia estavam submetidos a certos princípios físicos que não eram de sua competência questioná-los. Estes princípios tão só delimitavam o marco no qual se desenvolvia a investigação astronômica"(BARROS-PEREIRA, 2011, p. 2602-4).

Esse modelo geocêntrico Aristotélico-ptolomaico que reinou absolutamente durante muito tempo, só foi definitivamente aposentado no advento da mecânica de Newton. Pois o mesmo, apesar de bastante complexo, dava conta dos fenômenos observados com grande precisão. (PONCZEK, 2002).

O modelo cosmológico de Aristóteles e Ptolomeu prevaleceu durante quase quatorze séculos. O pensamento medieval ocidental, de natureza cristã, adotou sua estrutura, porém transformando o Universo de eterno em criado pela Vontade Divina. (PORTO&PORTO, 2008, p.4601-3).

Mas movimentos de alguns astros eram epiciclos perfeitos, outros apresentavam algumas aberrações nos epiciclos, o que se gerou a hipótese da Terra não ser o centro do universo, dando espaço a criação do Heliocentrismo.

Em **1054** Astrônomos chineses observaram a “morte” de uma estrela. A supernova foi visível a olho nu durante o dia e deu lugar à Nebulosa do Caranguejo.

Nicolau Copérnico (1473 – 1543), considerado o fundador da astronomia moderna, nasceu na Polônia e desenvolveu conhecimentos nos campos da matemática, geografia e astronomia. Sua teoria heliocêntrica afirmava que a Terra e os demais planetas se moviam ao redor de um ponto vizinho ao Sol, sendo, este, o verdadeiro centro do Sistema Solar. A alternância entre dias e noites é uma consequência do movimento que a Terra realiza sobre seu próprio eixo, denominado movimento de rotação.

Tycho Brahe (1546 – 1601) Tycho esteve ao serviço de Frederico II da Dinamarca e mais tarde do imperador Rodolfo II da Germânia, tendo sido um dos representantes mais prestigiosos da ciência nova - a ciência renascentista. Continuando o trabalho iniciado por Copérnico, foi acolhido pelos sábios ocidentais com alguma relutância. Estudou detalhadamente as fases da lua e compilou muitos dados que serviriam mais tarde a Johannes Kepler para descobrir uma harmonia celestial existente no movimento dos planetas, padrão esse conhecido como leis de Kepler. A adesão de Tycho à ciência nova levou-o a abandonar a tradição ptolomaica, a fim de chegar a novas conclusões pela observação direta. Baseando-se nesta, construiu um sistema no qual, sem pretender descobrir os mistérios do cosmos, chega a uma síntese eclética entre os sistemas que poderíamos chamar de tradicionais e o de Copérnico. Viria a falecer em 1601, não sem antes fornecer a Kepler todos os dados das suas

observações, pedindo-lhe que publicasse o seu último trabalho, as "Tabelas Rudolfinas", dedicadas ao imperador. Foram compilados os dados observacionais de Tycho, embora a visão teórica patente seja a de Kepler, que era um heliocentrista.

(1600) Galileu Galilei realizou experimentos de queda dos corpos e chegou muito próximo do conceito moderno de inércia, contrariando as ideias vigentes sobre o movimento dos astros. Na mesma época, Giordano Bruno afirmava existir outros planetas similares à Terra fora do Sistema Solar e orbitando outras estrelas. Foi julgado como herege pelo Tribunal da Inquisição e sentenciado à fogueira. Galileu Galilei (1564 – 1642) é considerado o pai da ciência moderna ou do Renascimento Científico – período entre 1500 e 1700 tido como era de transição entre a crença religiosa e a razão científica. Foi pioneiro na arte de criar e desenvolver teorias acerca do funcionamento do Universo que ajudaram nos ramos da Física e da Astronomia. Em 1609, o italiano realizou uma das principais contribuições para o ramo da Astronomia, quando inventou seu próprio telescópio e o apontou para o céu, com a intenção de explorar o universo, com isso, conseguiu identificar quatro das maiores luas de Júpiter (total de 79 satélites), provando que nem todos os astros orbitavam em volta da Terra. Observou também irregularidades na superfície da Lua.

O telescópio, denominado por Galileu *perspicillum*, foi um instrumento revolucionário à época, especialmente para a ciência, por ter contribuído significativamente para aprimorar a capacidade de observação do olho humano.

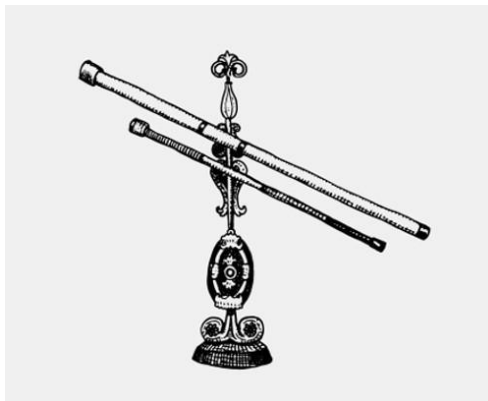


Figura 01 - Galileu Galilei criou um telescópio em 1609 para observar o universo.

(1610) Johannes Kepler desenvolveu as três leis dos movimentos planetários (Lei das órbitas, Lei das áreas e Lei dos períodos) utilizando os dados astronômicos obtidos por Tycho Brahe.

(1666) O físico inglês Robert Hooke mostrou que forças que apontam para o centro de uma curva formam trajetórias fechadas, assim como as órbitas dos planetas.

(1667) Isaac Newton desenvolveu a Gravitação Universal, fornecendo argumentos matemáticos capazes de explicar as órbitas planetárias e prever novos eventos astronômicos.

(1718) Edmund Halley descobriu que as estrelas não são fixas, mas que se movem com velocidades muito grandes.

(1781) William Herschel descobriu o planeta Urano e, tempos depois, conseguiu determinar a velocidade do Sol, bem como o formato achatado da Via Láctea.

(1842) Christian Johann Doppler descreveu o efeito Doppler, que mede a variação na frequência da luz. Esse importante fenômeno mais tarde foi usado para calcular as velocidades de aproximação e afastamento de estrelas e galáxias.

(1859-1875) James Clerk Maxwell descobriu que a distribuição de velocidades das partículas de um gás depende de sua temperatura. Em 1875, Lorde Kelvin e Hermann von Helmholtz realizaram uma estimativa da idade do Sol.

(1894-1900) Wilhelm Wien e, depois, Max Planck forneceram importantes explicações sobre a absorção e emissão de luz pelo corpo negro ao relacionar o comprimento de onda da luz emitida pelas estrelas com a sua temperatura.

(1905-1916) Albert Einstein descreveu o Efeito fotoelétrico e desenvolveu a teoria da gravitação universal.

1916) Karl Schwarzschild descreveu os buracos negros como pequenas regiões do espaço deformadas por uma grande massa.

(1929) Edwin Hubble descobriu que o Universo está em constante expansão.

1964) Arno Penzias e Robert Wilson descobriram, por meio de radiotelescópios, a existência da radiação cósmica de fundo, uma das evidências do surgimento do Universo.

(1965) Lançamento da sonda espacial Mariner 4, a primeira a conseguir tirar fotos da superfície de outro planeta. Ela conseguiu obter imagens da superfície de Marte.

(1969) Neil Armstrong e Edwin Aldrin foram as primeiras pessoas a pisar na superfície da Lua.

(1973) As sondas Voyager 1 e 2 chegaram a Júpiter e usaram sua grande aceleração gravitacional como impulso para explorar outros planetas fora do Sistema Solar.

(1990) Lançamento do telescópio Hubble em órbita da Terra.

(1998) Astrônomos japoneses descobriram que os neutrinos podem ter massa, sendo considerados fortes candidatos à matéria escura.

(2001) Com o auxílio de um detector de neutrinos, localizado no Canadá, um grupo de cientistas conseguiu provar que essas pequenas partículas apresentam massa.

(2002) Primeiras evidências da presença de gelo na superfície de Marte.

De fato, muito progresso científico foi feito ao longo dos séculos desde que o ser humano passou a observar o céu noturno. Profundas mudanças tecnológicas e sociais foram possíveis graças às grandes descobertas da Astronomia.

2.2 A HISTÓRIA DO 1º ASTRÔNOMO

A se tratar da evolução histórica do estudo da forma terrestre, impossível não citar Eratóstenes (Cirene, 276 a.C. — Alexandria, 194 a.C), foi um matemático, gramático, poeta, geógrafo, bibliotecário e astrônomo da Grécia Antiga, conhecido por calcular a circunferência da Terra, além de ser conhecido como o fundador da Geografia.

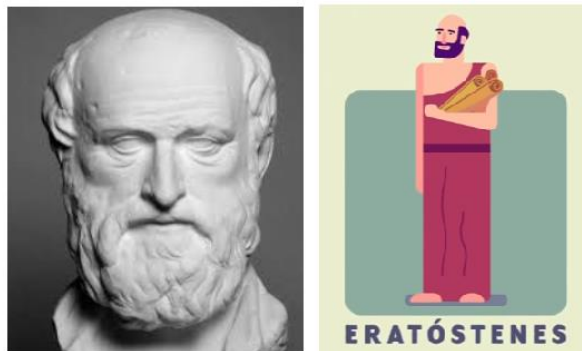


Figura 02 – Imagem de Eratóstenes (diretor bibliotecário em Alexandria) (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

Em sua época, as datas dos solstícios e equinócios eram levemente diferentes das atuais, devido à precessão dos equinócios. Mas ele conhecia as datas em que estes eventos ocorriam. Ele foi diretor da Biblioteca de Alexandria, e num dos manuscritos dessa instituição tomou conhecimento de que no Solstício de Verão, na cidade de Siena (atual Assuão), ao meio-dia, o Sol ficava quase exatamente no zênite, de modo que podia ser observado no fundo de um poço (Figura 03). Porém, em Alexandria, na mesma data e mesma hora, isso não era possível, pois o Sol não fica suficientemente perto do zênite. Siena e Alexandria estavam separados entre si por uma distância próxima de 800 km (Figura 04).

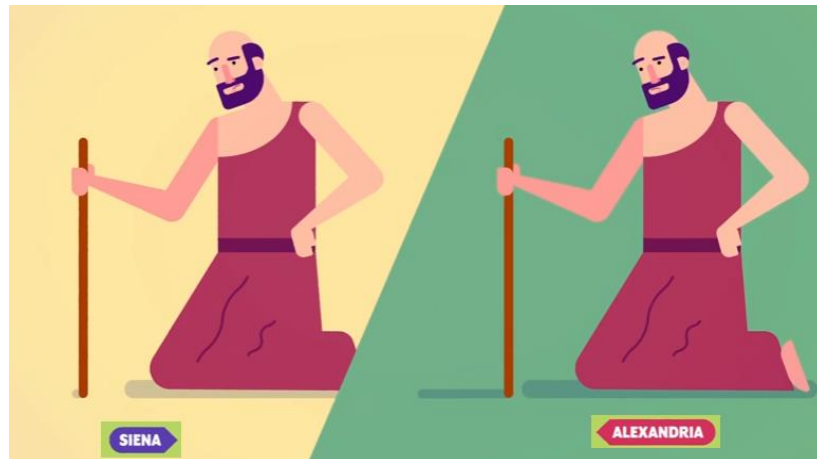


Figura 03 – Representação da diferença entre as sombras das cidades de Siena e Alexandria. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

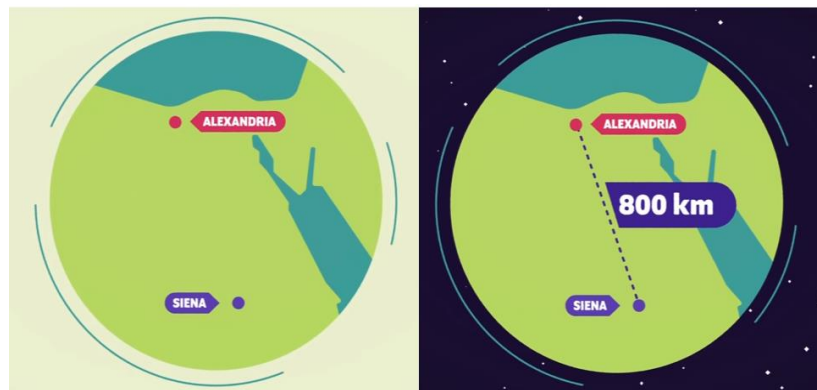


Figura 04 – Representação da distância entre Siena e Alexandria. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

Então percebeu que se ele pudesse determinar esse ângulo e soubesse a distância entre as cidades, poderia determinar o tamanho da Terra. Contratou um itinerante para medir a distância das cidades em passos, que era comum na época. Eram pessoas treinadas para caminhar com passadas muito regulares. Assim constatou que a distância era de 5040 estádios. Fixou uma vareta perpendicular ao solo, em Alexandria, mediu o comprimento da sombra em proporção ao comprimento da vareta e, com isso, encontrou o ângulo de $7,2^\circ$ ou $1/50$ da circunferência (Figura 05). Portanto, o perímetro total da circunferência terrestre deveria ser $5040 \times 50 = 252\ 000$ estádios.



Figura 05 – Diferença angular entre as sombras das antes (mesmo tamanho), entre as cidades de Siena e Alexandria encontra por Eratóstenes. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

Essa ideia de Eratóstenes pode ser observada em outras situações do cotidiano humano. Como por exemplo realizando a comparação entre as sombras das edificações que tivessem a mesma altura, mas em locais distintos, respeitando a situação em que as edificações fossem bem afastadas uma da outra.



Figura 06 – Representação da diferenciação das sombras geradas em edificações iguais (altura), no mesmo horário do dia. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

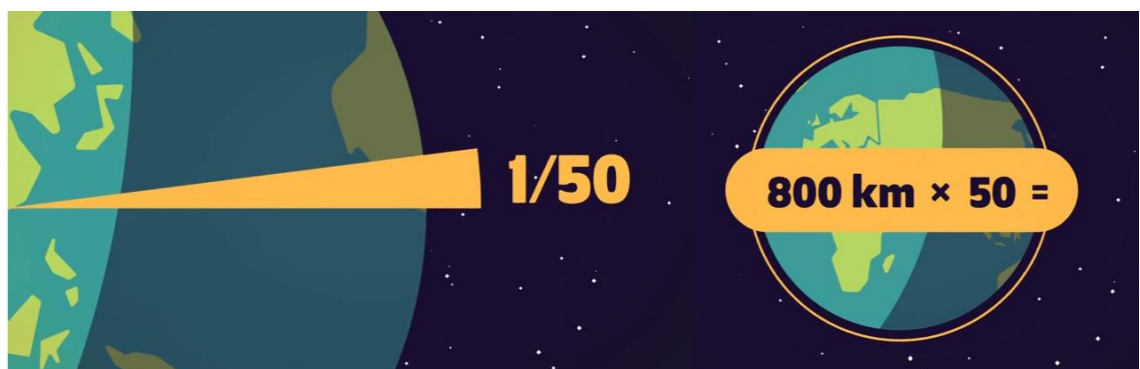


Figura 07 – Representação da lógica de Eratóstenes encontrando o comprimento aproximado do comprimento da Terra. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

Nesse cálculo, assume-se implicitamente que Siena e Alexandria estejam no mesmo meridiano, porém há uma diferença em torno de $2,98^\circ$ de longitude entre as cidades, o que produz uma pequena diferença de 0,135%, que não é relevante em comparação a outras fontes de erro.

O detalhe mais importante é que na época de Eratóstenes havia muitas unidades com mesmo nome (stadium) e diferentes comprimentos, variando desde 156 metros até 210 metros. Devido a essa inexistência de padronização, diferentes fontes apontam diferentes valores para o resultado que teria sido encontrado por Eratóstenes. Em 1972, Lev Vasilevich Firsov analisou 81 trabalhos de medida realizados por Eratóstenes e Estrabão, para calcular inversamente quanto deveria ser o stadium utilizado por eles, e chegou ao valor 157,7 metros. Com isso tornou-se possível saber que a circunferência da Terra medida por Eratóstenes, convertida no sistema métrico moderno, corresponderia a cerca de 39 700 km, muito semelhante ao valor correto (40 008 km).

2.3 EXPLICAÇÃO DE FENÔMENOS DA NATUREZA ATRAVÉS DA FORMA “ESFÉRICA” DA TERRA

2.3.1 1º Fenômeno – Variações das estações do ano

A atribuição da mudança climática em nosso planeta, está associado a alguns fatores que são de grande importância. A explicação das variações climáticas no planeta Terra, estão associados com o eixo de rotação terrestre estar inclinado por um ângulo de 23° aproximadamente (figura 08) a uma vertical, a terra girar em torno do sol, a terra ser de forma primordial uma esfera. Muita gente pensa que a variação na distância entre a Terra e o Sol também influi nas estações do ano, mas isso não é verdade. “A distância entre o ponto mais próximo e o mais afastado da órbita terrestre em relação ao Sol é desprezível para esse fenômeno”, afirma Rundsthen.

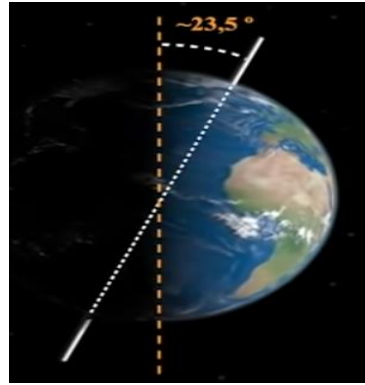


Figura 08 – Eixo de inclinação do eixo de rotação terrestre. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

2.3.1.1 Solstício de Junho

A inclinação do eixo de rotação terrestre gera uma luminosidade diferenciada nos dois hemisférios. Em determinado período de translação terrestre, teremos o hemisfério norte que uma certa luminosidade e no hemisfério sul uma luminosidade diferenciada (figura 09).

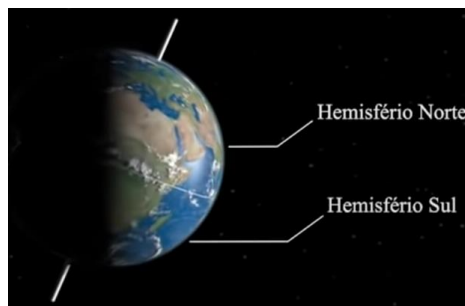


Figura 09 – Iluminação diferente nos hemisférios. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

O fato da inclinação do eixo de rotação terrestre (figura 09), nos mostra que mesmo que aconteça a rotação terrestre, o mesmo continuará sendo iluminado por 24 horas, isso prova a questão do sol da meia-noite no polo norte, onde esse fenômeno dura cerca de 3 meses. Lembrando que esse fenômeno acontece no polo sul seis meses depois, pois devido à translação terrestre e após o período citado a parte de baixo do hemisfério terrestre é que estará recebendo mais radiação solar do que o hemisfério norte.

Além da diferença de luminosidade nos hemisférios, causada pela inclinação terrestre, a mesma gera as diferenças climáticas nos países acima do eixo do equador e abaixo dele. Por exemplo, é sabido que no mês de junho e julho (figura 10), países como os EUA possuem um verão bem intenso, sendo até mortal para algumas pessoas já, por exemplo na cordilheira do andes, o frio é predominantemente nesse período com a existência de neve nele. A diferença climática está associada também incidência solar nos hemisférios, fazendo com que o

hemisfério sul receba um baixo índice de luminosidade.

A redução de luminosidade se torna ainda mais intensa no hemisfério sul devido ao grande ângulo de incidência que a radiação solar chega em relação à atmosfera, gerando de forma mais acentuada o fenômeno da reflexão parcial, fora que a radiação ainda atravessará uma maior espessura da camada atmosférica, passando também por um maior processo de atenuação e de reflexão. (Figura 10).

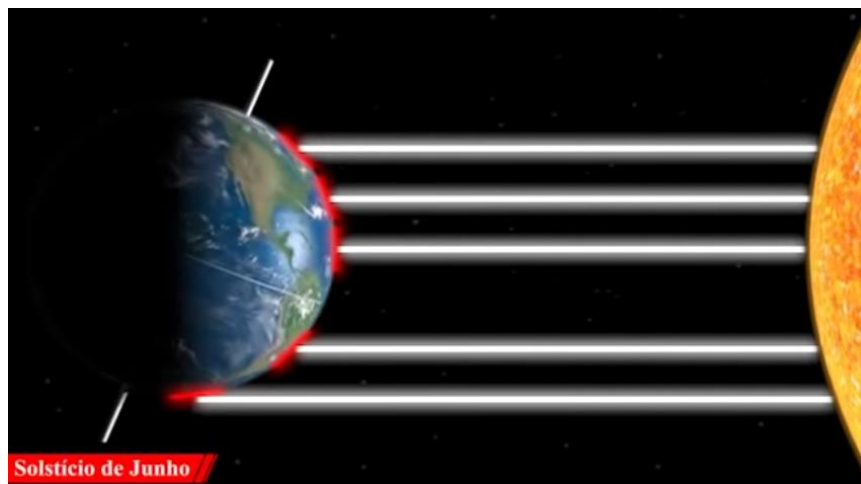


Figura 10 – Diferença entre incidência solar nos hemisférios. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

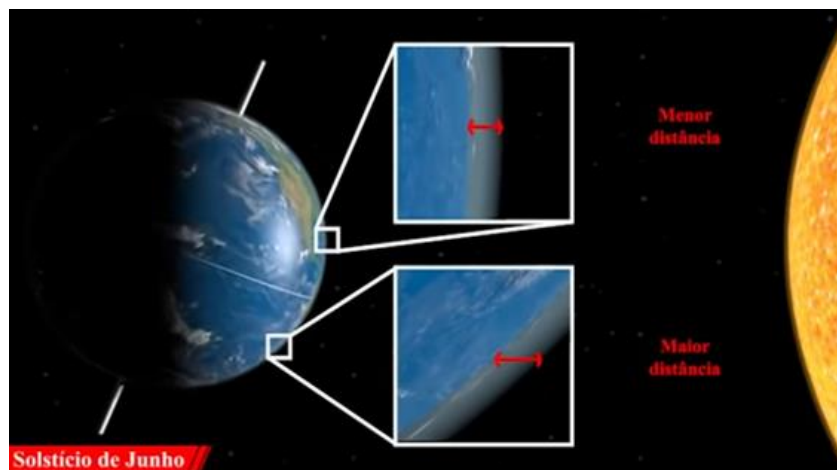


Figura 11 – Espessura percorrida pela radiação nos hemisférios em virtude da inclinação terrestre. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

2.3.1.2 Equinócio de Setembro

Existe um fenômeno chamado equinócio de setembro, fenômeno esse que é explicado pelo equilíbrio da luminosidade solar nos hemisférios (Figura 12). A translação terrestre é o fenômeno que está relacionado com a mudança dessa luminosidade, fazendo com que os dias

e as noites nesse período do ano sejam iguais nos hemisférios.

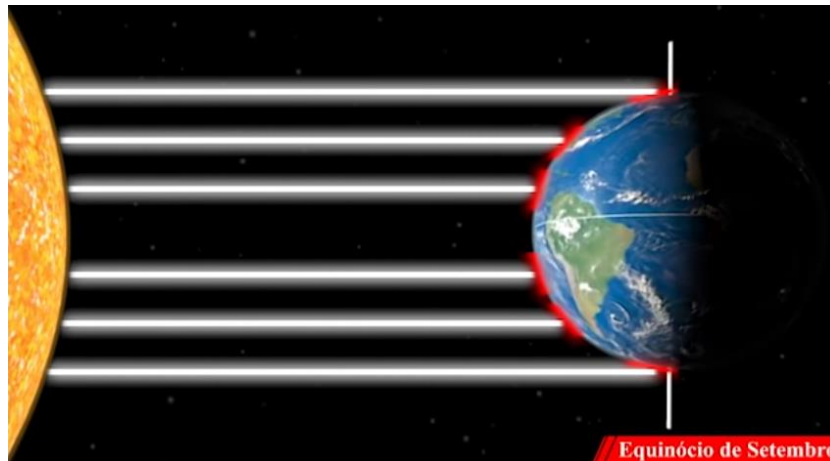


Figura 12 – Representação o equinócio de setembro. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

A luminosidade se torna equilibrada nos hemisférios devido ao ângulo de incidência que a radiação solar que chegam em relação a atmosfera serem iguais, gerando de forma equilibrada o fenômeno da reflexão parcial (Figura 13).

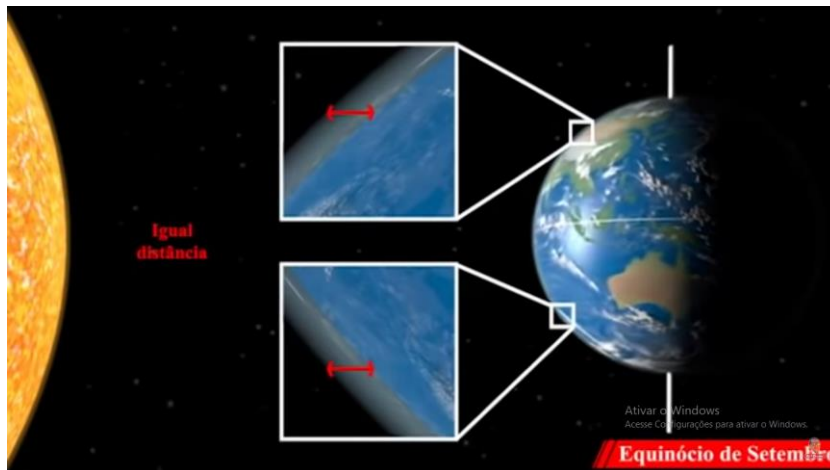


Figura 13 – Espessura percorrida pela radiação nos hemisférios em virtude da inclinação terrestre. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

O equinócio de setembro é o período em que existem mudança das estações climáticas. No mês de junho o hemisfério norte era verão e no hemisfério sul inverso. Quando chega setembro a intensidade de radiação solar diminui no hemisfério norte e aumenta no Sul, fazendo com que o hemisfério norte passe para o outono e o sul para o inverno (Figura 14).

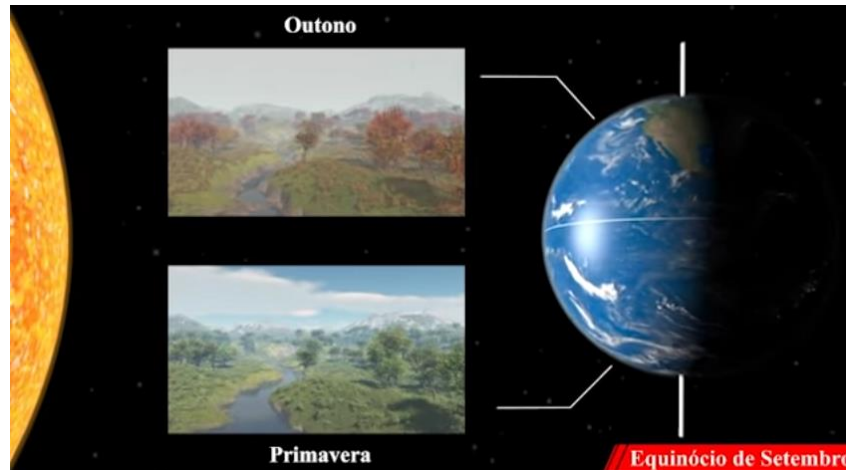


Figura 14 – Representação das estações. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

2.3.1.3 Solstício de Dezembro

De forma análoga ao solstício de junho é o de dezembro, a diferença é que a parte inferior do planeta ficará com a maior intensidade de radiação solar. Então os fenômenos se tornam contrários nos hemisférios comparando as fases de equinócio. O dia no hemisfério sul é mais longo que hemisfério norte (Figura 15), ou seja, a duração das horas de sol em uma estação também varia conforme a latitude. Agora o fenômeno do sol da meia-noite acontecerá no polo sul (Figura 16).

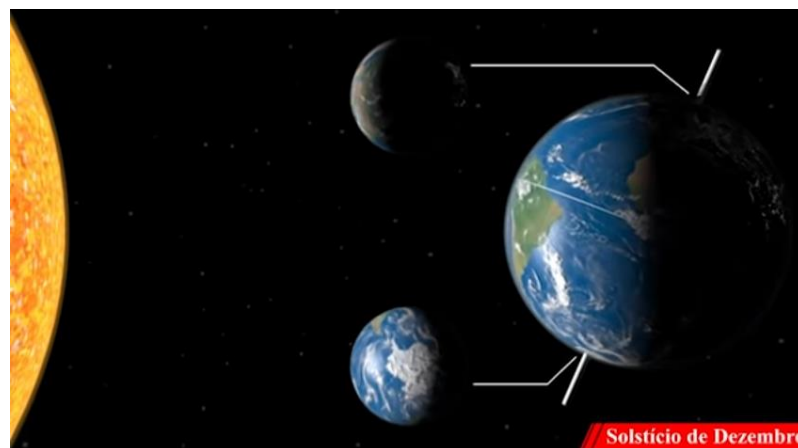


Figura 15 – luminosidade no hemisfério norte e sul. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

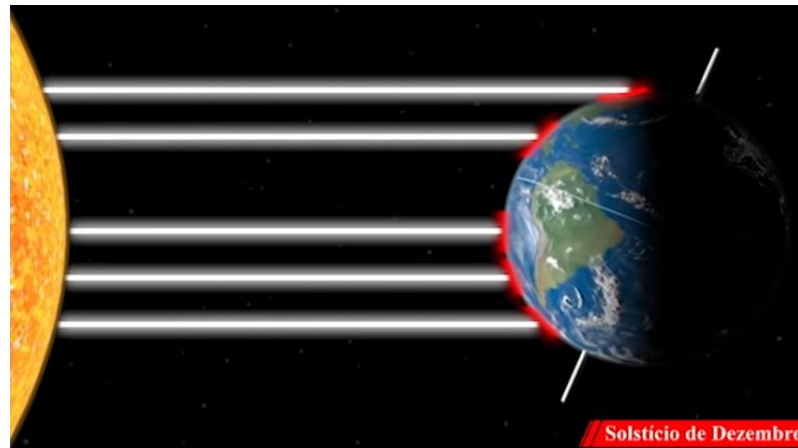


Figura 16 – Diferença entre incidência solar nos hemisférios. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

O ângulo de incidência que a radiação faz com a atmosfera faz com que, quando é verão no Brasil, por exemplo, o Hemisfério Sul receba mais luz solar que o Hemisfério Norte. “Aí, os dias aqui ficam longos e quentes porque o Sol atinge a superfície de maneira direta, quase perpendicular”, diz o astrônomo Rundsthen Vasques de Nader, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Além da distância percorrida pela radiação na atmosfera (figura 17) é maior no polo norte, favorecendo o processo de reflexão da radiação, justificando a diminuição da temperatura no polo norte. No inverno, a situação se inverte: como os raios solares incidem mais inclinados, os dias são curtos e frios. Já na chegada do outono e da primavera, a quantidade de luz e calor recebida pelos dois hemisférios é a mesma.

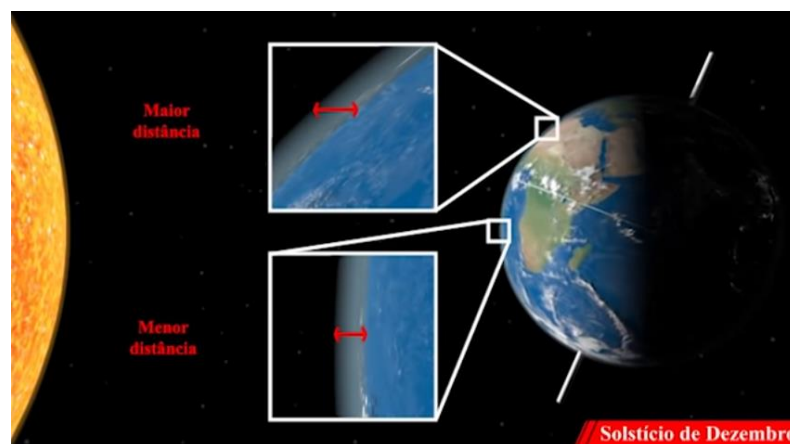


Figura 17 – Diferença entre incidência solar nos hemisférios. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

Solstício de dezembro é o período em que também ocorre mudança nas estações climáticas. No equinócio de setembro os hemisférios recebem radiações em mesma

quantidade. Quando chega dezembro a intensidade de radiação solar diminui no hemisfério norte e aumenta no Sul, fazendo com que o hemisfério norte passe para o inverno e o sul para o verão (Figura 18).

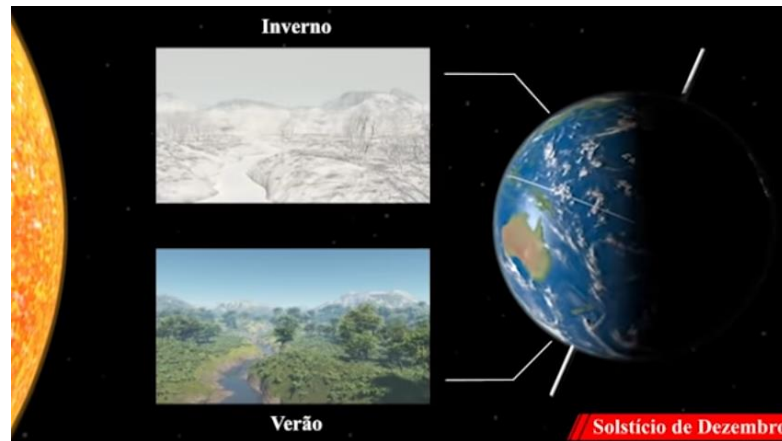


Figura 18 – Representação das estações. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

2.3.1.4 Equinócio de Março

O outro um fenômeno chamado equinócio de março, fenômeno explicado pelo equilíbrio da luminosidade solar nos hemisférios (Figura 19). A mudança da posição terrestre é o fenômeno que está relacionado com a mudança dessa luminosidade, fazendo com que os dias e as noites nesse período do ano sejam iguais nos hemisférios, assim como o solstício de setembro.

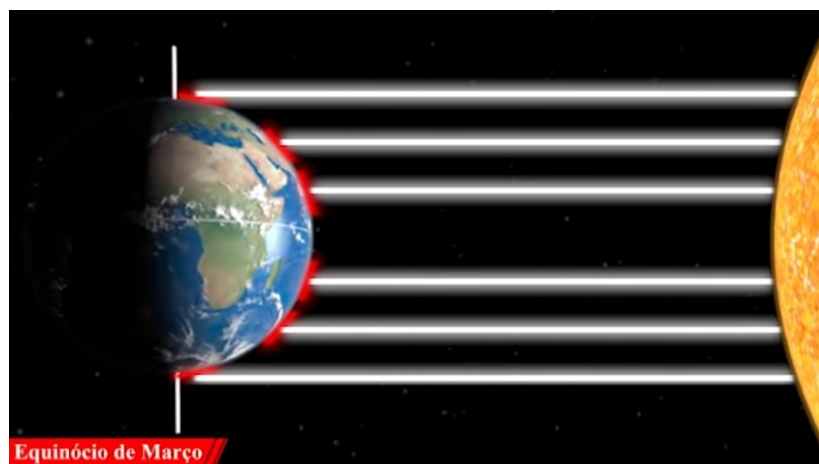


Figura 19 – Representação o equinócio de março. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

A luminosidade se torna equilibrada nos hemisférios devido ao ângulo de incidência que a radiação solar que chegam em relação a atmosfera serem iguais, gerando de forma equilibrada o fenômeno da reflexão parcial (Figura 20).

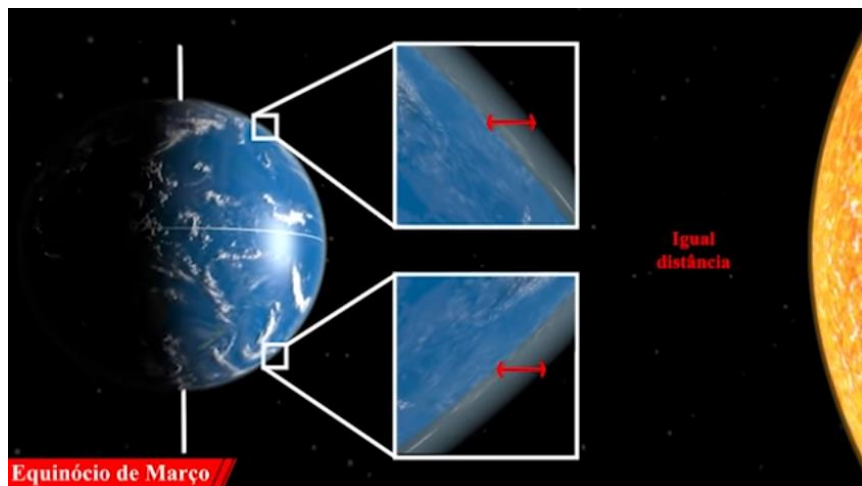


Figura 20 – Espessura percorrida pela radiação nos hemisférios em virtude da inclinação terrestre. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

O equinócio de março é o período em que existem mudança das estações climáticas. No mês de setembro o hemisfério norte era inverno e no hemisfério sul verão. Quando chega março a intensidade de radiação solar diminui no hemisfério sul e aumenta no Norte, fazendo com que o hemisfério norte passe para a primavera e o sul para o outono (Figura21).

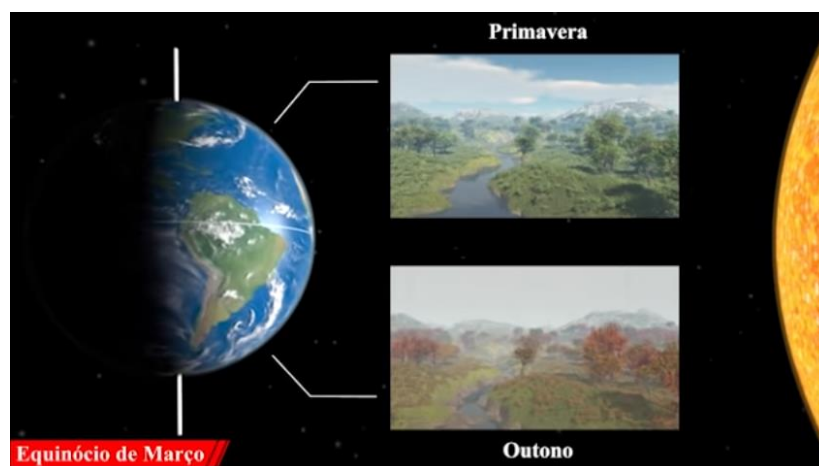


Figura 21 – Representação das estações. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

Nesse período do ano, a luminosidade dos hemisférios é a mesma, ou seja, a radiação incidente no hemisfério norte é a mesma no hemisfério sul, fazendo com que o tempo do dia e da noite sejam iguais em qualquer ponto do planeta (figura 22).

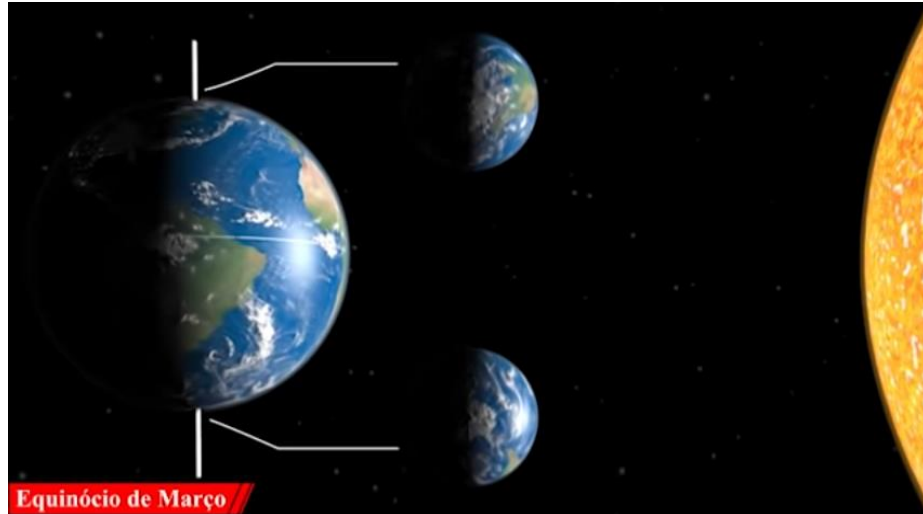


Figura 22 – luminosidade no hemisfério norte e sul. (Fonte youtube: Canal Nostalgia – vídeo “A terra é plana?”)

Então podemos chegar à seguinte conclusão com relação as estações, que as variações delas estão associadas a alguns pontos, dentre eles:

- 1) A variação nas estações está relacionada ao movimento de translação da terra;
- 2) A inclinação do eixo terrestre face ao plano de orbita da Terra;
- 3) Quanto maior a inclinação face à vertical ao solo, menor é o aquecimento produzido na superfície da terra;
- 4) Quanto mais próxima for a vertical for a direção dos raios solares que incidem no solo, maior o aquecimento produzido na superfície da Terra;
- 5) Quanto menor for o trajeto dos raios solares na atmosfera, maior o aquecimento produzido à superfície da Terra;
- 6) Quanto maior for o trajeto dos raios solares na atmosfera, menor o aquecimento produzido à superfície da Terra;
- 7) Quando é verão no hemisfério norte, é inverno no hemisfério sul (e vice-versa);
- 8) Quando é primavera no hemisfério norte é outono no hemisfério sul (e vice-versa).

2.3.2 2º Fenômeno – Desaparecimento do navio no horizonte

2.3.2.1 Navio no horizonte

Outra forma de fazermos a constatação da esfericidade terrestre, é a verificação do “desaparecimento” de um navio na linha do horizonte, quando o mesmo se distancia de um observador localizado na costa de uma praia. A medida que o navio se afasta do observador o mesmo vai observando o “sumiço” do navio de forma gradativa em relação ao horizonte, a

parte deixada de ser observada do navio de forma inicial, é a parte inferior. A medida que o barco se distância da costa, ainda teremos a visualização da parte superior do mesmo, até chegar ao ponto em que perdemos a visão total do mesmo.

Processo análogo a esse, é quando temos o navio se aproximando da costa, onde o mesmo não é visto por estar muito distante da costa. A medida que ocorre a aproximação do navio da costa, ele passa a ser visto de forma parcial, até chegar ao ponto em que passa a ser visto de forma total (Figura 23).



Figura 23 – Visualização do navio a partir da costa marítima (fonte: https://aminoapps.com/c/curiosities1/page/blog/barco-sumindo-na-curvatura/rjLE_E0Teu0LrR0v7qY56RwK43zEeZL0e)

O interessante é saber, que caso você estivesse no navio, com um binóculo, se direcionando para uma costa, as primeiras imagens que aparecem são as pontas dos prédios, e a medida que você se aproxima da costa, o prédio começa a aparecer de cima para baixo, para depois aparecer o solo. Dessa forma, constatamos que a esfericidade terrestre consegue nos comprovar mais um efeito simples constatado na costa de qualquer região litorânea.

2.3.3 3º Fenômeno – Qual o mais distante, o Sol ou a Lua? Fases da Lua

Para constatar que o sol está mais distante da Terra que a lua, basta observar atentamente as várias faces da lua. Se ela estivesse mais longe de nós que o sol, então, por simples análise de suas várias posições relativamente ao sol e à Terra (a Figura 24 ilustra quatro dessas posições), concluimos que ela estaria sempre iluminada pelo sol quando vista da terra. Em particular, não haveria lua nova. E haveria duas posições da lua onde ela seria lua cheia, uma delas em pleno meio-dia, o que nunca acontece realmente.



Figura 24 – Fases da lua. (Fonte: <https://www.todoestudo.com.br/geografia/as-fases-da-lua>)

A hipótese contrária, de que o sol está mais distante da Terra que a lua, é a única compatível com as várias faces da lua, em particular com a ocorrência de luas novas. Outro fato a corroborar essa hipótese é a ocorrência de eclipses do sol, que só é possível com a lua mais próxima à Terra que o sol.

Outra característica que chama atenção é que o único satélite natural da Terra, a Lua gira em torno da Terra. Ela não emite luz, apenas reflete a do Sol. As fases resultam da posição em que a Lua recebe essa luz. Se a Lua conseguisse armazenar os raios do Sol, como diz a teoria da Terra plana, as fases determinariam a intensidade da luz, não o formato da face iluminada. Seria como uma lâmpada com dimmer.

Outro fenômeno facilmente explicado pelo conceito da Terra esférica, são as fases da lua, que a fase que ela costuma aparecer, está relacionada com a iluminação que ela recebe do sol. Onde a posição relativa entre o sistema Sol, Terra e lua, define essa iluminação, consequentemente chamando de fase da Lua.



Figura 25 - Explicação da face oculta da lua. Fonte: <https://www.todoestudo.com.br/geografia/as-fases-da-lua>)

2.3.4 4º Fenômeno – A volta ao mundo por Fernão Magalhães

Um acontecimento que marcou a humanidade, com relação a forma da Terra, foi a expedição realizada por **Fernão de Magalhães**, ele foi um dos protagonistas da primeira viagem de circum-navegação do globo terrestre realizada no século XVI. Apesar de ter idealizado a expedição, o português não conseguiu chegar ao final dessa viagem financiada pelo rei da Espanha.

A expedição foi formada por cinco caravelas – San Antônia, Concepción, Victoria, Santiago e Trinidad (capitânia) – e 240 homens, saiu de Sevilha em 10 de agosto de 1519 e tinha como objetivo principal o descobrimento de uma nova rota marítima para as Índias, que não fosse realizada através do contorno do continente africano.

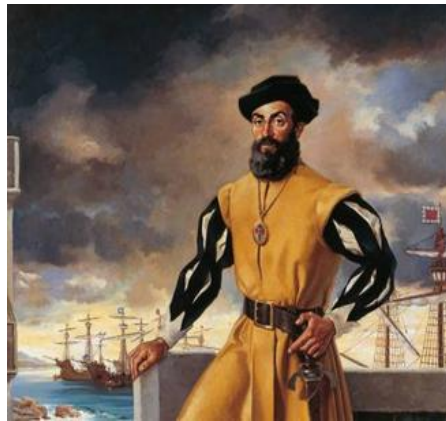


Figura 26 – Ilustração de Fernão de Magalhães. (Fonte: Wikimedia/Divulgação)

Nascido em Sabrosa, Vila Real, em 1480, Fernão de Magalhães se alistou aos 22 anos na Armada das Índias, inserindo-se na vida marítima da época e participando também de algumas batalhas, como a Batalha Naval de Canonor, em 1506.



Figura 27 – Imagem da Caravela (Fonte: Direitos autorais: Johncopland)

Em cálculos matemáticos realizados em conjunto com dois cartógrafos portugueses, os irmãos Faleiro, **Fernão de Magalhães** acreditava haver uma passagem ao sul do continente americano pela qual era possível chegar ao oceano Pacífico e também que as ilhas Molucas, conhecidas como Ilha das Especiarias, eram destinadas ao controle espanhol, conforme o Tratado de Tordesilhas.

Entretanto, a viagem não foi nada fácil. Ainda no Atlântico, enfrentaram fortes tempestades, creditando os marinheiros, sua salvação, segundo o historiógrafo da expedição, o italiano Antônio de Pigafetta (1480 ou 1491-1534), às aparições de três santos, São Telmo, Santa Clara e São Nicolau. Curiosamente essa crença na aparição dos santos está ligada a um fenômeno atmosférico, chamado fogos de Santelmo, que faz com que as tempestades, devido à energia contida nas nuvens, produzam halos de luz elétrica no alto dos mastros dos navios.

Em **novembro de 1520**, a expedição conseguiu atravessar o estreito localizado ao sul do continente americano e que atualmente leva seu nome, o **estreito de Magalhães**. Entretanto, nos cinco meses anteriores, Fernão de Magalhães teve de enfrentar insurreições entre seus subordinados, resultando na decapitação do capitão Gaspar de Quesada e no abandono do capitão Juan de Cartagena.

A imagem a seguir, mostra o trajeto da expedição de Fernão de Magalhães, onde percebemos que o sentido da navegação da esquerda.



Figura 28 – Rota da expedição de Fernão de Magalhães. (Fonte <https://www.naval.com.br/blog/2019/09/17/ha-500-anos-comecava-viagem-que-provov-que-a-terra-e-redonda/>)

Conseguiram chegar ao arquipélago de Saint-Lazare, atual Filipinas, em março de 1521. Porém, em 27 de abril, em decorrência de confrontos com os habitantes das ilhas, Fernão de Magalhães foi morto ao ser atingido por uma lança envenenada, cujo ferimento o matou instantaneamente.

Dessa forma, **Fernão de Magalhães** não conseguiu completar o trajeto da circum-navegação, sendo que essa conquista foi realizada por poucos de seus comandados, dezoito no total, a bordo do único navio que havia resistido a todos os problemas, o Victoria. Após passarem fome e terem que dispensar no mar boa parte das especiarias que transportavam, o Victoria atracou em Sevilha em maio de 1522, completando a primeira circum-navegação do globo terrestre e inaugurando uma nova rota de comércio marítimo pelo oceano Pacífico.

Fernão de Magalhães, apesar de idealizar a volta ao mundo, morreu durante a expedição, não conseguindo chegar a seu destino.

2.3.5 5º Fenômeno – Eclipse Lunar

A comprovação do eclipse lunar, é mais uma evidencia em que trata o formato esférico terrestre. Sabemos que nesse fenômeno, constata-se mais uma vez que a sombra da Terra se projeta na lua. Engraçado que observamos sempre esse fenômeno com a sombra terrestre cobrindo parte da lua que está sendo visualizada.

Interessante é saber que os astrônomos, sempre conseguem prevê o eclipse solar e lunar,

através da consideração do geocentrismo e considerando o formato esférico do planeta Terra. O mais interessante é saber que nenhum terraplanista não costuma fazer esse tipo de previsão, e quando tratam das imagens formadas nos eclipses, costumam falar que é tudo montagem.

A imagem a seguir mostra, através do modelo heliocêntrico o processo de formação do eclipse lunar.

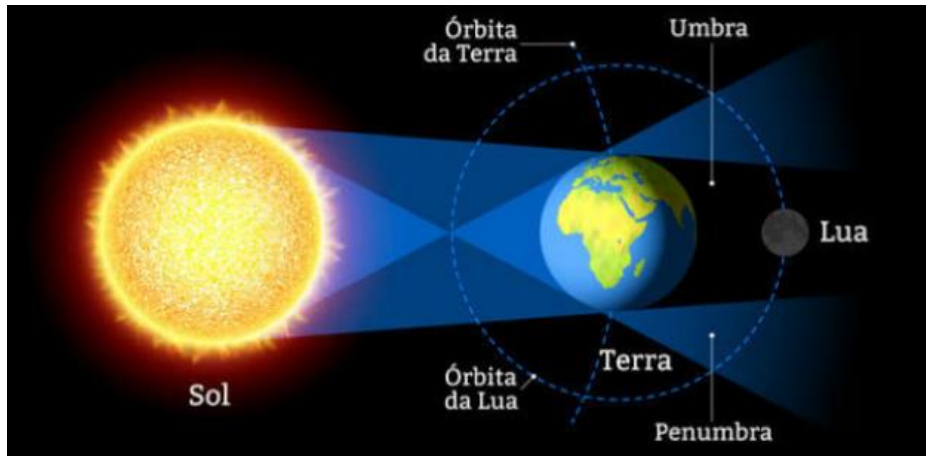


Figura 29 – Imagem do eclipse lunar (Fonte: <https://www.acidadeon.com/on-adventure/NOT,0,0,1687155,ultimo-eclipse-lunar-de-2021-acontecera-19-de-novembro.aspx>)

Aristóteles também provou essa teoria com a observação de que, durante os eclipses lunares, a sombra da Terra na face do Sol é curvada. Uma vez que esta forma curva existe durante todos esses fenômenos, apesar do fato de que o planeta está girando, o filósofo intuiu corretamente a partir da penumbra que a Terra é curvilínea por toda parte, em outras palavras, uma esfera.

2.3.6 6º Fenômeno – Observação de Constelações

Outro acontecimento que mostra que a terra não é um plano, é o fato da observação de algumas constelações da superfície da Terra. O planeta sendo plano, seria lógico que todos os astros, existentes no espaço, pudessem ser vistos de qualquer ponto da superfície do planeta, mas sabemos que isso na verdade não ocorre.

Ao apontarmos um telescópio para o espaço, a Terra sendo plana, a mesma poderia ser vista de qualquer ponto da superfície da Terra. Aristóteles descobriu esse fato cerca de 350 anos antes de Cristo e nada mudou desde então. Diferentes constelações são visíveis de diferentes latitudes. Provavelmente, os dois exemplos mais marcantes são o *Big Dipper* e a *Southern Cross*. O Big Dipper, um conjunto de sete estrelas que se parece com uma concha, é sempre visível em latitudes de 41 graus Norte ou superior, mas não abaixo de 25 graus sul.

Essas diferentes visões só fazem sentido se você imaginar a Terra como um globo, de modo que olhar "para cima" realmente significa olhar para uma faixa de espaço diferente do hemisfério sul ou norte.



Figura 30 – Algumas das constelações – Constelação do Zodíaco. (Fonte: <https://www.todamateria.com.br/principais-constelacoes/>)

Há constelações que só são visíveis em um hemisfério. Se for à Disney, que se localiza no Hemisfério Norte, comprove: você não verá o Cruzeiro do Sul, pois ele só pode ser visto no Hemisfério Sul. Se a Terra fosse plana, daria para vê-lo de qualquer lugar.

2.3.7 7º Fenômeno – Existência do Fuso-Horário

Sabemos que enquanto em algumas partes do mundo é dia, em outras é noite. A razão está no fato de a Terra ser redonda e girar em torno de seu próprio eixo. Por isso, enquanto o Sol ilumina uma parte da esfera, a outra permanece na escuridão.

Além disso, se a Terra fosse plana, seríamos capazes de ver o Sol ainda que fosse de noite.

Caso a Terra fosse realmente plana, essa situação pode ser comparada ao que ocorre em um teatro, em que o público, que está sentado em meio à escuridão, pode ver os refletores de palco ainda que eles não cheguem a iluminá-los.

2.3.8 8º Fenômeno – Viajar de Avião

Outra forma de podermos constatar a esfericidade do planeta, é realizando um voo de avião. Ao encarar um voo longo, vale notar dois fenômenos interessantes. Em um voo transatlântico é possível ver, na maioria das vezes, a curvatura da Terra. O avião Concorde, por exemplo, oferecia uma das melhores vistas dessa curvatura.



Figura 31 – Imagem de um voo comercial onde se observa a curvatura da Terra. (Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/curiosidades-50823002>)

Estima-se que a curvatura da Terra comece a ser notada a partir dos 10 quilômetros de altitude e que fique ainda mais evidente a partir dos 15 quilômetros. Outro fato é que os aviões podem viajar em linha relativamente reta durante muito tempo sem "sair" por nenhuma das supostas bordas do planeta.

2.3.9 9º Fenômeno – Pôr do Sol

Uma outra prova que testifica o movimento planetário, é o fato do pôr do sol. Sabemos que pelo fato da terra girar sobre o seu próprio eixo, isso faz com que a linha imaginária que tangencia a terra e o sol, permite ao observador que se encontra na superfície terrestre que ela se alinhe em um determinado ponto.

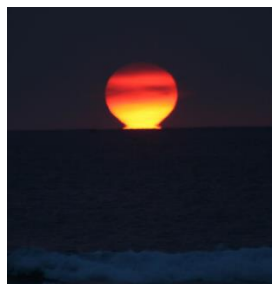


Figura 32 – Foto do “alinhamento” tangencial entre a terra e o sol.

Essa imagem seria impossível de acontecer, caso o sol ficasse sobrevoando a sempre a superfície terrestre, que é o que trata o Terraplanismo.

3 MOVIMENTO CIRCULAR DA ANTIGUIDADE AOS DIAS ATUAIS

Como já é sabido do conhecimento científico que a Terra realiza um movimento circular em torno do Sol, nosso modelo atual que é o Heliocentrismo, este capítulo tem o intuito de fazermos uma análise Física dos conceitos de movimento circular, para que fique claro a questão que justifica a trajetória circular de um planeta ao redor do Sol.

3.1 *Movimentos circulares na Antiguidade*

Movimentos circulares formaram a base para a descrição dos movimentos ao longo de mais de dois milênios. Em particular, a crença na geometria como manifestação da divindade levou Platão (428–348 a.C.) e vários filósofos gregos a descrever o movimento dos corpos celestes a partir do uso de trajetórias perfeitas o que, nesse caso, equivaleria a trajetórias circulares. Assim, os primeiros filósofos, matemáticos e astrônomos tratavam de descrever os movimentos dos planetas e da Lua, bem como o movimento aparente do Sol, a partir do uso de trajetórias circulares. Harmonia e perfeição requereriam, ainda, movimentos uniformes. Circulariam os astros em torno da Terra, porque ocuparíamos um lugar especial no Universo. Nessa visão, estaríamos muito próximos do centro do Universo.

Cinco dos astros conhecidos àquela época (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno) exibiam, no entanto, movimentos complexos. Pareciam corpos celestes errantes. Por isso deram-lhes o nome de Planetas (errantes em grego). Um dos movimentos mais intrigantes é conhecido como movimento retrógrado. Nele, os Planetas parecem parar num determinado ponto ao longo do seu percurso e, num instante seguinte, retrocedem. Eudóxio de Cnido (489–347 a.C.) descobriu a solução para a descrição do movimento errante dos planetas, preservando, no entanto, a ideia da perfeição. Propunha que os planetas se moveriam em pequenos círculos denominados epiciclos, cujos centros de curvatura se moveriam em círculos com raios de curvaturas maiores. Estes últimos são denominados deferentes. Seu modelo, bastante engenhoso, fazia uso de 27 esferas cristalinas concêntricas.



Figura 33 - Platão e Aristóteles. (Fonte: <https://comunidadeculturaearte.com/a-heranca-de-platao-e-aristoteles/>)

3.2 Epiciclos

Uma das falhas do sistema de esferas homocêntricas é sua previsão de que a distância entre a Terra e os planetas não variariam muito ao longo do tempo. Observa-se, no entanto, que o brilho (e, portanto, a distância) dos planetas varia apreciavelmente. Um modelo mais requintado baseado nos epiciclos e deferentes, proposto por Cláudio Ptolomeu (90-168 d.C.), conseguiu superar essa falha. Ao fazê-lo, Ptolomeu consolidou o modelo aristotélico do movimento dos corpos celestes. O modelo de Ptolomeu introduziu duas importantes alterações em relação ao modelo de Eudóxio. Nele, o centro do deferente não coincidia com o centro da Terra (veja figura 34). Além disso, introduzia o equante, um ponto localizado numa posição oposta em relação ao centro do deferente, e à igual distância deste. Propunha, nesse modelo, que o movimento dos planetas seriam uniformes, mas apenas em relação a esse ponto.

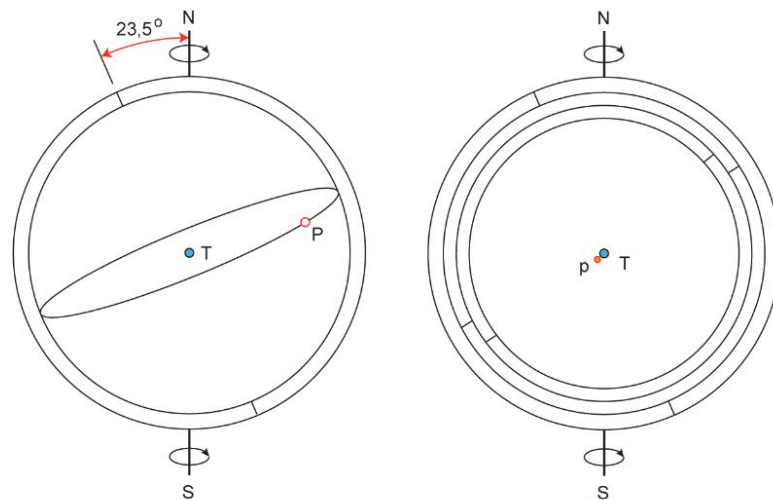


Figura 34 - Modelo das esferas homocêntricas de Eudóxio. A primeira esfera (esq.) representa, na realidade, o movimento diurno da Terra. Outras esferas, tendo como centro a Terra, são sucessivamente articuladas a vários eixos, com diferentes inclinações. (Fonte: Movimento circular – Gil da Costa Marques)

O modelo de Ptolomeu conseguia fazer previsões sobre as posições dos planetas com grande precisão. Isto explica, em parte, a razão da sobrevivência da sua obra ao longo de, aproximadamente, 15 séculos. Durante o Renascimento surge um novo método de investigação, baseado na observação e experimentação sistemática - o empirismo -, o qual é incorporado em definitivo na investigação dos fenômenos naturais. Para entendê-los não basta apenas um exercício de reflexão. Assim, a partir desse ponto na história, as ciências se distanciariam cada vez mais da filosofia. A incorporação do empirismo e do formalismo matemático ao método científico no estudo da natureza foi feita por Galileu Galilei (1564-

1642). Por essa razão, ele é tido como o pai da ciência moderna. Em seu livro *De Revolutionibus Orbium Celestium* (sobre as Revoluções das Esferas Celestes) Nicolau Copérnico (1473-1543), embora o tenha feito de forma independente, retoma o modelo heliocêntrico aventado primeiramente por Aristarco de Samos (310-230 a.C). Na medida em que Copérnico buscava retomar o ideal da perfeição, consubstanciado na ideia de movimentos circulares uniformes sem a imperfeição, sua teoria apesar de avançada era, na realidade, conservadora.

No modelo de Copérnico, o Sol seria o centro em torno do qual a Terra e os demais planetas se deslocariam em órbitas circulares e movimentos uniformes. Fez uso dos famosos epiciclos. A Terra era, assim, tratada como apenas mais um planeta. Ademais, conseguiu ordenar os planetas em função da distância até o Sol: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno. Os grandes deferentes externos, propostos por Ptolomeu e que simulam o movimento de revolução periódico, com período de 24 horas, da abóbada celeste são agora desnecessários, uma vez que Copérnico identifica tal efeito com a rotação da Terra. Concluiu que faria mais sentido a Terra girar do que o Universo todo.

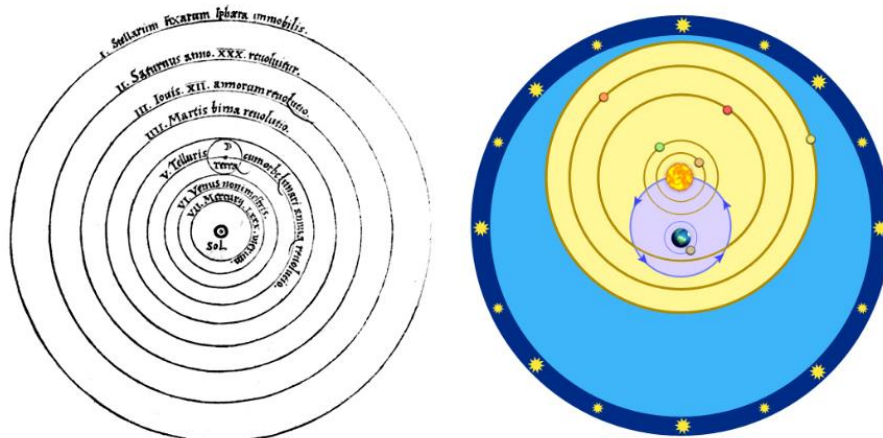


Figura 35 - Ilustração do livro *Da Revolução dos Orbes Celestes*, de Copérnico, com o modelo heliocêntrico do sistema solar e do modelo de Tycho Brahe. (Fonte: Movimento circular – Gil da Costa Marques)

O modelo heliocêntrico de Copérnico proporcionava uma explicação mais simples e mais elegante para o movimento dos planetas do que o modelo de Ptolomeu. Seu modelo conseguia prever que as velocidades dos planetas seriam tanto maiores quanto mais próximos estivessem do Sol. Assim, os movimentos retrógrados têm, no modelo de Copérnico, uma explicação mais simples. Os trabalhos de Copérnico despertaram grande interesse do ponto de vista observacional. É nesse contexto que se coloca o trabalho de Tycho Brahe (1546-1601), um astrônomo dinamarquês de família nobre. Ele é considerado o maior astrônomo observador da era pré-telescópica. Tycho Brahe refutava parcialmente o sistema copernicano

por uma questão de coerência com as observações: ele não via paralaxe. Para resolver o impasse, Brahe propunha um sistema híbrido: os planetas orbitavam o Sol (como dizia Copérnico), mas este orbitava a Terra. O erro não estava propriamente na incoerência do raciocínio, mas na precariedade dos instrumentos da época, que eram incapazes de fornecer precisão melhor que 1 minuto de arco. As observações de Tycho Brahe serviram de base para Johannes Kepler (1571-1631), seu assistente, astrônomo e matemático, formular suas famosas leis do movimento planetário.

3.3 Newton e o Movimento Circular

Foi Newton o primeiro a entender o movimento circular do ponto de vista da dinâmica. Newton analisou o movimento da Lua, a qual, como sabemos, tem uma trajetória praticamente circular. Com base nesse estudo, Newton estabeleceu as bases para a Teoria da Gravitação Universal. A análise de Newton permitiu-lhe entender que o movimento circular uniforme é, de fato, acelerado. Não fosse por isso, e de acordo com a lei da inércia, o móvel sairia pela tangente. Nessa óptica, pode-se dizer que a Lua cai continuamente sobre a Terra sem, contudo, jamais atingi-la, e isso porque a Lua é continuamente atraída pela Terra por meio da força gravitacional.

3.3.1 Variáveis no Movimento Circular

No estudo do movimento circular, que ocorre no plano, lançamos mão das variáveis polares. A variável ρ , no entanto, é fixa e dada pelo valor R , o raio da circunferência, isto é:

$$\rho = R$$

E isso simplifica o estudo do movimento, uma vez que agora temos apenas uma variável angular, a qual deverá ser determinada em função do tempo a partir das leis de Newton, uma vez conhecidas as forças.

Assim, a única variável no movimento circular é a variável φ , uma variável angular. No entanto, a partir dela e do raio da circunferência, podemos definir a variável espaço s , a qual é determinada a partir da distância percorrida ao longo do círculo. Escrevemos a relação:

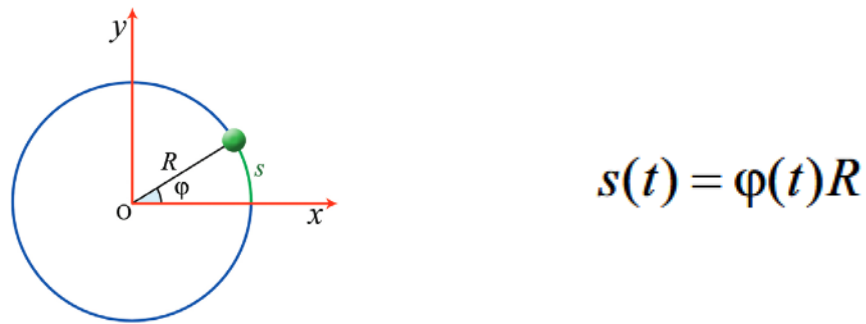


Figura 36 - Variável angular na descrição do movimento. (Fonte: Movimento circular – Gil da Costa Marques)

Na figura acima, o arco “ s ” e o raio R devem ser expressas na mesma unidade de medida. Desse modo, a variável angular φ é expressa em “radianos” - rad. Assim, para caracterizar a posição de um móvel ao longo da circunferência, podemos recorrer a qualquer uma das duas alternativas: ou especificamos o espaço ao longo da circunferência ou o ângulo associado à sua posição. É nesse sentido que falamos de variável angular, pois podemos, através da determinação do ângulo, especificar a posição do objeto. É importante estar atento ao sinal do ângulo. Atribuímos valores positivos à variável angular de acordo com a orientação do eixo da variável espaço. O mesmo se pode dizer dos valores negativos atribuídos à variável angular.

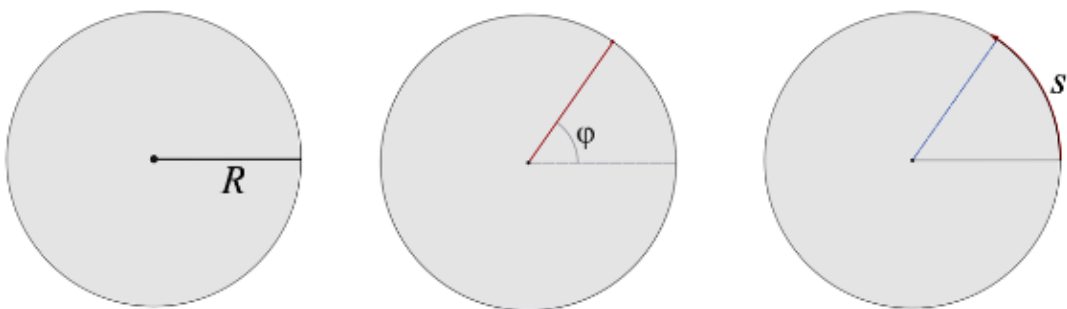


Figura 37 - Variáveis do movimento circular. (Fonte: Movimento circular – Gil da Costa Marques)

No caso da coordenada espaço, procedemos da forma já conhecida, isto é, escolhemos um ponto ao longo da circunferência como origem dos espaços e depois orientamos os espaços. Ao darmos uma volta completa ao longo da circunferência (isto é, ao voltarmos ao mesmo ponto de onde saímos) percorreremos uma distância dada por:

$$d = 2\pi R$$

Essa distância é conhecida como o comprimento da circunferência de raio R . Assim, para um objeto em movimento sobre a circunferência, temos, utilizando coordenadas polares, que o vetor de posição é dado por:

$$\vec{r} = R\vec{e}_\rho \equiv R(\cos\varphi\vec{i} + \text{sen}\varphi\vec{j})$$

3.3.2 Cinemática do Movimento Circular

3.3.2.1 Velocidade angular, velocidade escalar e velocidade vetorial

Definimos a velocidade angular como a taxa pela qual o ângulo se altera em função do tempo, ou seja, a velocidade angular é a taxa de variação instantânea da variável angular:

$$\omega(t) \equiv \frac{d\varphi(t)}{dt}$$

A velocidade escalar, definida como a taxa pela qual os espaços mudam com o tempo, é dada, por:

$$v(t) \equiv \frac{ds(t)}{dt} = \frac{d\varphi(t)}{dt} R = \omega(t)R$$

Observe que a velocidade vetorial, obtida mediante a derivação do vetor de posição com respeito ao tempo, é dada pela expressão:

$$\vec{v} \equiv \frac{d\vec{r}}{dt} = R \frac{d\vec{e}_\rho}{dt} \equiv R \frac{d\varphi}{dt} (\cos\varphi\vec{j} - \text{sen}\varphi\vec{i}) = R\omega\vec{e}_\varphi$$

Portanto, a velocidade é sempre tangente à circunferência e seu módulo é igual à velocidade escalar.

3.3.2.2 Aceleração angular, vetorial e centrípeta

Definimos a aceleração angular como a taxa, por unidade de tempo, pela qual a velocidade angular muda com o tempo:

$$\alpha(t) \equiv \frac{d\omega(t)}{dt} = \frac{d^2\varphi(t)}{dt^2}$$

Enquanto a aceleração escalar ou tangencial, definida como a derivada com respeito ao tempo da velocidade escalar, se escreve como:

$$a_{\text{tang}}(t) \equiv \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d\omega(t)}{dt} R = \alpha(t)R$$

Observe, no entanto, que a aceleração vetorial, dada por:

$$\vec{a} \equiv \frac{d\vec{v}}{dt} = R \frac{d\omega}{dt} \vec{e}_\varphi + R\omega \frac{d\vec{e}_\varphi}{dt} = R\alpha \vec{e}_\varphi - R\omega^2 \vec{e}_\rho$$

Tem duas componentes: aquela tangente à curva é igual à aceleração escalar ou tangencial; a outra componente - a componente radial - tem o nome de aceleração centrípeta e tem a forma geral calculada por Newton no caso do movimento uniforme. De fato, podemos escrevê-la de duas formas equivalentes:

$$\vec{a}_{\text{centrípeta}} = -R\omega^2 \vec{e}_\rho = -\frac{\vec{v}^2}{R} \vec{e}_\rho$$

A aceleração centrípeta aponta sempre para o centro da circunferência, daí derivando o seu nome: aceleração que aponta para o centro.

3.3.3 A dinâmica do Movimento Circular

Neste momento, lançaremos mão das coordenadas polares para desenvolver o estudo do movimento circular à luz da dinâmica newtoniana. Lembrando que as duas componentes da

força – radial e azimutal (ou tangencial) - são definidas como projeções sobre os vetores da base definidos, temos, então, respectivamente:

$$F_{\rho} \equiv \vec{F} \cdot \vec{e}_{\rho}$$

$$F_{\varphi} \equiv \vec{F} \cdot \vec{e}_{\varphi}$$

E a equação de Newton, em coordenadas polares, assume a forma:

$$\boxed{\begin{aligned} ma_{\rho} &= F_{\rho} \\ ma_{\varphi} &= F_{\varphi} \end{aligned}}$$

Onde ($a_{\rho} = a_{\text{centr}}$ e $a_{\varphi} = a_{\text{tang}}$), a qual tem uma forma semelhante à da equação de Newton em coordenadas cartesianas. Lembrando, de Cinemática Vetorial, que a aceleração vetorial em coordenadas polares é dada por:

$$\vec{a} \equiv \left\{ \frac{d^2\rho}{dt^2} - \rho \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \right\} \vec{e}_{\rho} + \left\{ 2 \frac{d\rho}{dt} \frac{d\varphi}{dt} + \rho \frac{d^2\varphi}{dt^2} \right\} \vec{e}_{\varphi}$$

As equações se transformam agora em equações para as coordenadas ρ e φ . Essas equações são:

$$m \left(\frac{d^2\rho}{dt^2} - \rho \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \right) = F_{\rho}$$

$$m \left(2 \frac{d\rho}{dt} \frac{d\varphi}{dt} + \rho \frac{d^2\varphi}{dt^2} \right) = F_{\varphi}$$

No caso do movimento circular, vemos, a partir das equações acima, que ele ocorre desde que sejam satisfeitas as seguintes condições:

$$-mR \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 = F_{\rho}$$

$$mR \frac{d^2\varphi}{dt^2} = F_{\varphi}$$

A primeira equação implica que a componente radial da força deve ser igual à massa vezes a aceleração centrípeta:

$$a_{cp} = -R\omega^2$$

Daí implicando que o movimento circular só ocorre se a força que age sobre a partícula tiver uma direção radial, isto é, dirigida para o centro, de tal forma que:

$$F_{\rho} = -mR\omega^2 = -m\frac{v^2}{R}$$

Enquanto a segunda equação é equivalente à condição de que a massa vezes a aceleração escalar ou tangencial seja igual à componente da força na direção tangencial à circunferência. Em termos de aceleração escalar, escrevemos:

$$m \cdot a_{tang}(t) = mR\alpha(t) = F_{\varphi}$$

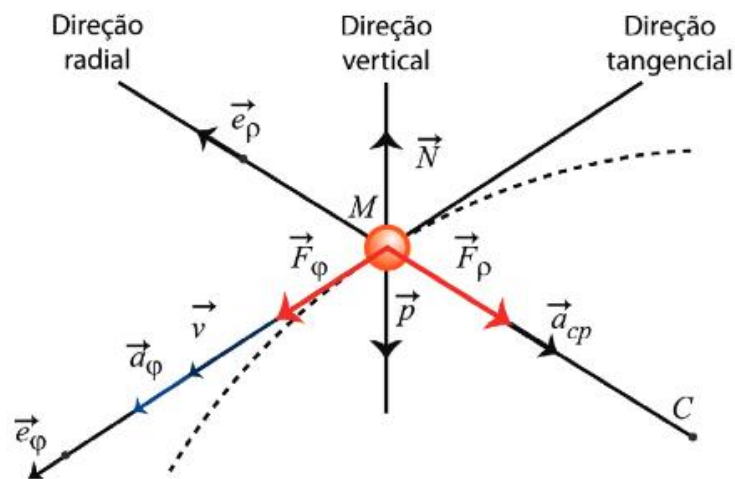


Figura 38 - Diagrama de corpo livre e as componentes polares das forças. (Fonte: Movimento circular – Gil da Costa Marques)

3.4 Movimento Circular Uniforme

O movimento circular uniforme ocorre quando a aceleração tangencial se anula e, portanto, quando for nula a componente tangencial da força:

$$F_{\varphi} = 0$$

Portanto, de 9.40 segue-se que, no movimento circular uniforme, a aceleração tangencial ou escalar se anula:

$$a_{\varphi} = a_{\text{tang}} = 0$$

E como consequência a aceleração angular

$$\alpha(t) = 0 \Rightarrow \omega = \omega_0, \text{ pois } \alpha(t) = \frac{d\omega(t)}{dt}$$

Para a ocorrência de movimento circular uniforme faz-se necessário, assim, que a força seja uma força central, isto é, que a força aponte sempre para o centro.

$$F_{\rho} = ma_{\rho}$$

Como vimos anteriormente, a força central deve ser sempre atrativa e isso decorre da equação:

$$-mR(\omega_0)^2 = F_{\rho}$$

Assim, é importante entender que a despeito de o movimento ser uniforme, ele é um movimento acelerado.

O movimento circular uniforme é um movimento periódico que se repete a intervalos de tempo regulares. O seu período é dado por:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0}$$

A seguir, colocarei exemplos de dinâmicas do movimento circular:

3.4.1 Quando o peso do corpo contribui para o movimento circular de outro corpo:

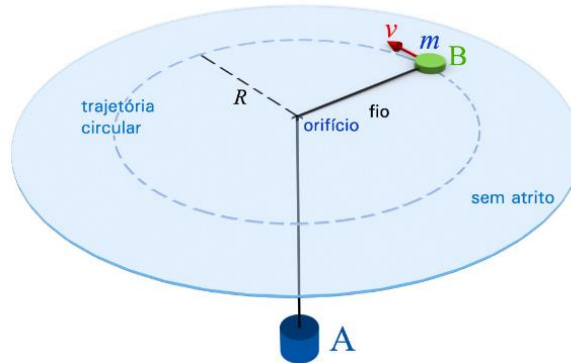


Figura 39 - O peso do objeto A pode manter o objeto B em movimento circular uniforme. (Fonte: Movimento circular – Gil da Costa Marques)

3.4.2. Dinâmica do movimento circular de um pêndulo:

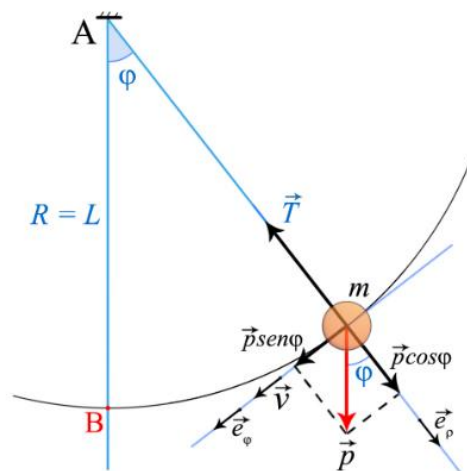


Figura 40 – Forças atuantes em um pêndulo simples. (Fonte: Movimento circular – Gil da Costa Marques)

À medida que o ângulo φ decresce, o valor de $\text{sen}(\varphi)$ decresce e o de $\text{cos}(\varphi)$ cresce. Desse modo, a aceleração tangencial ($a_{\text{tang}} = g_{\text{sen}\varphi}$) decresce e a tração $T = m(v^2/L) + p \cdot \text{cos}(\varphi)$ aumenta (devido ao crescimento de $p \cdot \text{cos}(\varphi)$ e da velocidade). Quando a massa pendular passar pelo ponto B, o ângulo $\varphi = 0^\circ \rightarrow \text{sen}0^\circ = 0$ e $\text{cos}0^\circ = 1$ e, portanto, no ponto B temos:

Direção tangencial	Direção radial
$F_{\text{tang}} = F_{\varphi} = p \text{sen} \varphi = m \cdot a_{\text{tang}}$ $a_{\text{tang}} = a_{\varphi} = \frac{p \text{sen} \varphi}{m} = \frac{mg \text{sen} \varphi}{m} = g \text{sen} \varphi$ <p>Portanto:</p> $a_{\text{tang}} = a_{\varphi} = g \text{sen} \varphi$	$F_{\text{radial}} = F_{\rho} = -m \left(\frac{v^2}{L} \right) = -T + p \cos \varphi$ <p>Portanto:</p> $T = m(v^2/L) + p \cos \varphi$

Tabela 01 – Equações das forças e acelerações no movimento pendular. (Fonte: Movimento circular – Gil da Costa Marques).

3.4.3 Movimento Circular num Campo Gravitacional

A ideia de descrever o movimento dos astros no céu a partir de órbitas circulares é de Platão. Foi aperfeiçoada pelos seus seguidores, especialmente com a ideia dos epiciclos. Platão não estava muito enganado. Os planetas se movem em órbitas elípticas, mas órbitas circulares são possíveis. Uma circunferência é um caso particular de uma elipse.



Figura 41 - Sistema solar: órbitas quase circulares. (Fonte: Movimento circular – Gil da Costa Marques)

No caso da força gravitacional exercida por um objeto esférico de massa M sobre um objeto de massa m , escrevemos essa força em coordenadas polares da seguinte forma:

$$\vec{F} = -\frac{mMG}{\rho^2} \vec{e}_{\rho}$$

Sendo R o raio da órbita circular, a lei de Newton se escreve, de acordo que a força centrípeta pode ser escrita da seguinte forma:

$$ma_{\text{cp}} = -\frac{1}{R^2}mMG$$

Como a aceleração centrípeta é dada por

$$a_{\text{cp}} = -R(\omega_0)^2 = -\frac{v^2}{R}$$

Logo, segue-se que a velocidade angular é dada, em função do raio, pela seguinte expressão:

$$\omega^2 = \frac{MG}{R^3}$$

O aspecto relevante no movimento circular num campo gravitacional é a existência de uma relação bastante geral entre a velocidade angular e o raio da trajetória e essa relação é:

$$\boxed{\omega_0^2 R^3 = MG}$$

Ela é o análogo da lei de Kepler quando aplicada para o movimento circular. De fato, segue-se que o quadrado do período numa órbita circular é proporcional ao cubo do “semieixo maior” de uma esfera (pois o seu semieixo maior coincide com o semieixo menor). Para o período:

$$T^2 = \frac{(2\pi)^2}{MG} R^3$$

Dessa relação segue-se que a cada período corresponde um valor do raio. De grande interesse para as telecomunicações são os satélites geoestacionários. Neles, o período é igual ao período de rotação da Terra.

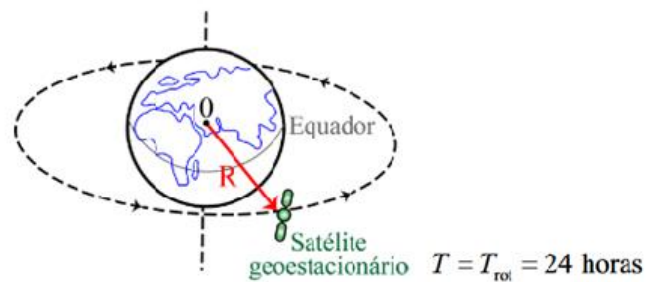


Figura 42 – Satélite Geoestacionário. (Fonte: Movimento circular – Gil da Costa Marques)

Nesse caso, o satélite fica sempre num ponto fixo acima da superfície terrestre. A distância nesse caso é: $h = 35,786$ km.

4 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO: O CRESCIMENTO EXAGERADO DAS IDEIAS DO TERRAPLANISMO POR TODO PAÍS, ASSOCIADO AOS PREJUÍZOS CIENTÍFICOS GERADO PELA DISSIMINAÇÃO ERRONEA DO LADO CIENTÍFICO

Diante de uma análise empírica ao longo de mais de 20 anos de experiência lecionando a disciplina de Física para os alunos do ensino médio, técnico e superior da rede pública e privada de educação, nos últimos anos o termo Terraplanismo tem estado mais forte e tem aderido cada vez mais seguidores. A criação da tentativa de tentar explicar a forma do nosso planeta, com criação de “leis” que expliquem o modelo plano desejado, abolindo conceitos básicos, mas essencial para a física, como a Lei da gravitação universal formulada por Isaac Newton em 1.687, mostra a necessidade que nós professores, precisamos confrontar esses conceitos incoerentes ao que é estudado durante a nossa vida acadêmica, se tornando assim a motivação e justificativa para o presente trabalho, visando por trazer estratégias e alternativas de aprendizagem, que consigam despertar e conquistar os alunos para um melhor nível de aprendizado.

As pessoas que estão sendo influenciadas atualmente pelos propagadores dessas ideias (youtubers, coaching, palestrantes, influenciadores digitais, etc), normalmente não apresentam nenhuma formação científica, geralmente são influenciadores digitais que por desconhecerem boa parte das leis da física e o conhecimento científico, absorvem ideias sem comprovação científica, tomando essas ideias como verdade, e aplicam no seu cotidiano, procurando influenciar seus seguidores (de todas as idades), muitas vezes os menos esclarecidos, e por não terem ou terem pouco conhecimento sobre o assunto acabam aceitando essas novas teorias.

Atualmente, boa parte da população brasileira chega a 1ª série do ensino médio sem ter o conhecimento básico ou até mesmo nenhum conceito de Física, em razão de a grade curricular do ensino de Ciências no ensino fundamental II (que só apresenta a Física no 9º ano) não contemplar conceitos mais abrangentes nesta disciplina. Deve-se salientar, ainda, que o docente de Ciências, geralmente, leciona em favorecimento a sua disciplina de formação (química, biologia e física), bem como apresenta conceitos estanques sem se preocupar com a sua aplicabilidade fenomenológica cotidiano-prática, o que também gera prejuízo aos alunos.

O principal problema reside no fato de estes alunos terem um conhecimento muito defasado no ensino de Ciências, o que demonstra uma diretriz curricular com sérios

problemas na preparação para os conceitos basilares de Física, com os quais os alunos vão se deparar no ensino médio, e isso, além de gerar frustrações, desmotivações e baixa produtividade, acarreta, em muitos casos, a aversão à disciplina. Em razão de tudo isso, a experiência prática no primeiro ano do ensino médio demonstra que esta matriz curricular ultrapassada, atrelada à licenciatura específica do professor de Ciências do ensino fundamental II, não prepara o aluno da forma adequada para a sedimentação dos conceitos basilares desta disciplina, havendo, por consequência, a concretização de vários dos problemas apresentados acima, em que a baixa produtividade (falta de compreensão dos conceitos, que acarretam baixíssimas notas) é o mais alarmante. Diante dessas premissas, vale destacar, ainda, o importante papel do professor de física que recebe estes alunos, na 1ª série do ensino médio, muito carentes de bagagem teórica e prática sobre os fenômenos físicos. É um verdadeiro desafio congregar a necessidade de apresentar outro lado dessa disciplina que, na maioria das vezes, vem carregada de estigmas quanto a uma aparente dificuldade que os alunos entendem que a disciplina representa.

Ou seja, o docente tem que lançar mão de incontáveis ferramentas didático-metodológicas, que são verdadeiras estratégias alternativas de aprendizagem, de modo a “quebrar” o paradigma do “não posso aprender” e “essa matéria é muito difícil”, sendo que essa crença limitante deveria ser extirpada ainda nos primeiros contatos com a disciplina, no ensino fundamental II, quando da necessidade de uma abordagem mais prática, de modo a aprofundar os conceitos básicos. Ante a estas exposições, urge esclarecer que de nada vale uma matriz acertada no ensino de Ciências do ensino fundamental II, se o professor de Física do ensino médio também não contribuir usando novas formas e ferramentas de ensino. Ocorre que, neste tocante, existe uma premente necessidade de os professores de Física do ensino médio aperfeiçoarem suas didáticas prática-conceitual-pedagógicas, haja vista a necessidade de sedimentar e aprimorar os conceitos básicos adquiridos precariamente no 9º ano do ensino fundamental no menor espaço de tempo. Portanto, é muito importante, para que esta transição do ensino de Ciências do ensino fundamental II para o ensino de Física no ensino médio seja bem sedimentada, que haja um maior uso de recursos didáticos, que falem a língua dos jovens sobre a apresentação da teoria, como funciona na prática, como se visualiza no cotidiano e como é possível usar ferramentas de gamificação para este fim, sendo esta a proposta da presente dissertação. Ocorre ser buscado um nível de interesse sobre a forma que esse conteúdo é repassado, tendo em vista que o conhecimento do ensino fundamental II deveria ser complementar ao conhecimento do ensino médio que, por assim dizer, também entende MOREIRA (2012, p. 2):

“É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.”

Diante disso, conclui-se que ao ter um conhecimento anterior, torna-se-mais fácil a apreensão de novos conceitos no ensino médio, sem maiores problemas, porque a capacidade cognitiva daquele aluno já estaria preparada para aqueles novos questionamentos.

Em atenção à necessidade destas perspectivas básicas, denota-se, portanto, a importância de uma boa preparação e didática do professor de Física que recebe este aluno no ensino médio, pois o seu aporte metodológico fará toda a diferença na hora de adaptar os conhecimentos dos alunos, ou até mesmo na inserção destes conhecimentos que se apresentam novos para a maioria dos alunos.

Havendo o entendimento de uma perspectiva pedagógica de que é mais fácil aprender a Física a partir da aplicação destes conhecimentos na prática cotidiana, do que apenas na teoria, é que alguns estudiosos se dedicam a apresentar parâmetros, que deveriam ser aplicados para apresentar esta disciplina aos alunos ainda no ensino fundamental II, senão vejamos a síntese de CLEMENT, TERRAZZAN E NASCIMENTO (2003, p. 3):

“Aparentemente, na maioria das vezes, os alunos não aprendem como resolver problemas; meramente memorizam soluções para situações que são apresentadas pelos professores como simples exercícios de aplicação. Isto é consequência do tipo de Ensino de Ciências ainda predominante em nossas escolas, qual seja, um ensino fundado na crença de que o conhecimento pode ser “transmitido verbalmente” e assim ser “assimilado” pelos alunos. Durante a prática tradicional de Resolução de Problemas esta situação fica bem evidenciada, pois, é comum os alunos conseguirem resolver problemas similares aos anteriores, mas fracassarem ou desistirem frente a novas situações.”

E ainda, nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM - (2002, p. 30 e 32):

“Na escola, de modo geral, o indivíduo interage com um conhecimento essencialmente acadêmico, principalmente através da transmissão de informações, supondo que o estudante, memorizando-as passivamente, adquira o conhecimento acumulado. A aquisição do conhecimento, mais do que a simples memorização, pressupõe habilidades cognitivas lógico-empíricas e lógico-formais. Alunos com diferentes histórias de vida podem desenvolver e apresentar diferentes leituras ou perfis conceituais sobre fatos físicos, que poderão interferir nas habilidades cognitivas. O aprendizado deve ser conduzido levando-se em conta essas diferenças.”

Diante desta reflexão, BACHELARD (1996, p.18) diz que “Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.

Portanto, é possível concluir que os alunos precisam ter aguçado o seu interesse em questionar os “porquês” dos fenômenos da natureza, a fim de que possam desenvolver um verdadeiro interesse crítico pela ciência. A dialética sempre precisa de inquietação, tendo em vista que somente através de um questionamento, posterior pesquisa, discussão sobre o assunto e reflexão/conclusão é que se pode construir uma nova tese/conhecimento.

Eis, que, para uma adequada consecução destes objetivos, faz-se necessária a adoção de métodos e práticas didáticas e pedagógicas, para que o docente entenda o quão é importante e revolucionário o seu papel para despertar o interesse e a aprendizagem do aluno.

O professor de Física do ensino médio deve, por excelência, saber como lidar com as dificuldades de aprendizado enfrentadas por estes alunos recém-advindos do ensino fundamental II, tendo em vista haver uma necessidade de integração desta disciplina, de modo a inserir a melhor otimização da matéria no menor espaço de tempo, considerando o déficit de aprendizagem da etapa anterior.

Para tanto, sugere-se, na maioria das vezes, que um bom professor de Física seja versátil em sua didática, instigando o aluno das mais diversas formas a interagir a teoria da disciplina com a sua visibilidade/aplicação no dia a dia. O professor necessita de multi-ferramentas para melhor instrumentalizar o aprendizado desse aluno, que tem que se questionar sobre o que está aprendendo.

Segundo FREIRE (1996, p. 44):

“O bom professor é o que consegue, enquanto fala, trazer o aluno até a intimidade do movimento do seu pensamento. Sua aula é assim um desafio e não uma cantiga de ninar. Seus alunos cansam, não dormem. Cansam porque acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas pausas, suas dúvidas, suas incertezas.”

É importante que os professores de Ciências e Física entendam que suas habilidades devem ir além da mera explanação teórico-metódica. Pensando nisso, entende-se, pois, que JASSIAPU (1991, p.45) tem razão quando diz que:

“O educador que se limita a transmitir um programa de ensino ou que procura adaptar a inteligência do educando aos códigos ou modelos preestabelecidos do saber e não faz de seu ensino um meio de favorecer e desenvolver a reflexão do educando, só é educador por eufemismo.”

E ainda, segundo FREIRE (1996, p.34):

“O professor autoritário, o professor licencioso, o professor competente, sério, o professor incompetente, irresponsável, o professor amoroso da vida e das gentes, o professor mal-amado, sempre com raivado mundo e das pessoas, frio, burocrático, racionalista, nenhum deles passa pelos alunos sem deixar sua marca.”

Deste modo, observa-se, portanto, a urgente necessidade de os docentes conseguirem se adaptar aos diversos níveis de conhecimento prévio na disciplina de Física dos alunos que advém do ensino fundamental II para o ensino médio, tendo em vista a necessidade de investigar e implementar táticas e didáticas pedagógicas, de modo que os alunos possam ter a devida base de conhecimento em Física no menor espaço de tempo possível, haja vista a necessidade de integrar naturalmente a passagem do ensino fundamental II para o ensino médio, para alcançar os melhores resultados possíveis.

5 PRODUTO EDUCACIONAL: ESTRATÉGIAS DIDÁDICAS DE APRENDIZAGEM NA DEFINIÇÃO DO PRODUTO AOS OBJETIVOS E ELEMENTOS DO JOGO

É inegável que o processo de ensino-aprendizagem sofreu imensas e drásticas mudanças com o passar dos anos, ou seja, aquela forma arcaica de ensino em que o professor chega em sala e fala conceitos inacessíveis aos alunos, cobrando esses conceitos em provas com cálculos extensos, em que esses mesmos discentes não entendem a aplicação desse conteúdo no seu dia a dia.

Ocorre, no entanto, que o indivíduo, segundo os pensamentos de VYGOTSKY (2001, p. 7), começa o seu processo de aprendizado no exato momento em que nasce, tendo em vista as suas experiências e, principalmente, o contexto social em constantes transformações sem que está inserido.

Assim sendo, pelo entendimento do próprio VYGOTSKY (2001, p. 7), vejamos o seu entendimento específico sobre como deve ser o comportamento do professor ante essas constantes mudanças nos contextos sociais, que interferem no processo ensino-aprendizado:

A tarefa do docente consiste em desenvolver não uma única capacidade de pensar, mas muitas capacidades particulares de pensar em campos diferentes [...], em desenvolver diferentes faculdades de concentrar a atenção sobre diferentes matérias.

Diante disso, devemos resumir, portanto, que existe a constante necessidade de o docente acompanhar as mudanças nos conceitos de ensino-aprendizagem, tendo em vista que só assim despertará o interesse dos discentes, que, por consequência, melhorarão o seu rendimento acadêmico.

Pensando nisso, vale introduzir o pensamento de PAPERT (2008, p. 21), quando diz que “na medida em que as crianças rejeitam uma Escola que não está em sintonia com a vida contemporânea, elas tornam-se agentes ativos de pressão para a mudança”.

A despeito deste valioso conceito, VYGOTSKY (2003, p. 296) diz ainda que “Para a educação atual não é tão importante ensinar certa quantidade de conhecimentos, mas educar a aptidão de adquirir esses conhecimentos e valer-se deles”.

Partindo dessa condição introdutória, vale pontuar a importância do “pensar” como um instrumento do crescimento humano. Questionar, no entanto, é uma ferramenta-chave para o surgimento de novas ideias, de modo a conquistar novas teses e assim perpetuar o conhecimento.

O questionamento, portanto, é parte substancial do processo de ensino e aprendizagem, pois, uma vez questionado e instigado a responder, o indivíduo se sente parte do processo.

Nesses momentos, é natural que surjam novas ideias e novos questionamentos, propiciando um momento de colaboração entre o professor e o aluno.

Assim, a resolução de situações-problemas nos é apresentada desde que nos entendemos como seres humanos, quando somos levados à realização de atividades que nos formam, nos engrandecem e nos levam à evolução.

Dentro dessas atividades, a competição é um fator que agregou sempre ao crescimento humano, fazendo surgir ou desenvolver características inerentes a nós, seres pensantes.

Na perspectiva da competição, os jogos (games) surgem diversas vezes para descontração, utilizados apenas para divertir e passar o tempo, porém, podemos fazer uso desse conceito (ou de alguns dos seus componentes) para extrair resultados de outras áreas do conhecimento.

Nesse arcabouço, segundo BUSARELLO, ULBRICHT E FADEL (2014, p. 14), a tática da gamificação consiste em se apropriar “[...] dos elementos dos jogos aplicados em contextos, produtos e serviços necessariamente não focados em jogos, mas com a intenção de promover a motivação e o comportamento do indivíduo”.

Diante destas observações, numa necessidade de aplicar o instituto dos games em interações específicas, surgiu o termo gamificação, criado com o intuito de atribuir conceitos de games a situações que normalmente não teriam características de jogo.

Nesse contexto, a gamificação se encaixa em várias áreas do conhecimento e, ainda mais perfeitamente na educação, já que um dos seus efeitos que merecem destaque é a motivação, ponto este fundamental na aprendizagem dos alunos.

Assim, a gamificação é um conceito ideal para ser aplicado em sala de aula, visto que os jogos estão inseridos no universo dos jovens estudantes. Portanto, sua introdução em sala de aula, como uma ferramenta contemporânea ao interesse dos alunos, que cada vez mais estão inseridos na realidade digital, bem como aos diversos jogos digitais, como é o caso da gamificação, tem se mostrado uma importante metodologia para agregar ao processo de ensino x aprendizagem.

5.1 Conceito de Gamificação

Antes de adentrar ao conceito propriamente dito, vale mensurar que, atualmente, os jovens estão cada vez mais inseridos em contextos de games e realidades virtuais, por isso, estrategicamente falando, acaba sendo deveras inteligente transferir os alunos para estes ambientes fictícios também em sala de aula, para despertar a sua atenção e interesse para o aprendizado do conteúdo.

Pensando nisso, vale trazer o conceito genérico de gamificação, antes de adentrar ao seu significado atrelado à educação, pois, segundo VIANNA et al. (2013, p.13) “a gamificação constitui o uso de mecanismos e dinâmicas de jogos para a resolução de problemas e para a motivação e engajamento de um determinado público. ”

Diante de tal conceito, há que se concluir que quando você se utiliza de características atribuídas especificamente aos jogos, a fim de despertar o interesse, engajamento e motivação em participar de determinada atividade, você está trabalhando com o instituto da gamificação. Vale refletir, ainda, segundo GAMA, SILVA e CRUZ (2014, p. 76):

A gamificação se constitui na utilização da mecânica dos games em cenários non games, criando espaços de aprendizagem mediados pelo desafio, pelo prazer e entretenimento. Compreendemos espaços de aprendizagem como distintos cenários escolares e não escolares que potencializam o desenvolvimento de habilidades cognitivas (planejamento, memória, atenção, entre outros), habilidades sociais (comunicação assertividade, resolução de conflitos interpessoais, entre outros) e habilidade motoras.

No entanto, em razão da necessidade de adequar estas especificidades a um público que se pretende atrair, tem-se estudado bastante o uso da gamificação como uma ferramenta efetiva aplicada a educação, tendo em vista o seu imenso potencial para motivar o interesse do aluno para determinados assuntos/disciplinas.

E é pensando nisso, que vale apenas trazer à baila o conceito simplificado por LORENZONI (2020), quando diz que gamificação nada mais é do que a utilização de recursos de jogos em outros contextos, que não sejam jogos, como na educação, por exemplo.

Diante de tal conceito, surge, com a gamificação, a possibilidade de conectar o professor/disciplina ao mundo dos jovens com o foco na aprendizagem, por intermédio de recursos como o sistema competição/ranqueamento e fornecimento de recompensas.

No entanto, ao invés de nos concentrarmos, apenas, nos modelos tradicionais, como notas e aulas única mente expositivas, por exemplo, utilizam-se, harmonicamente, o recurso desses elementos com a dinâmica dos jogos, a fim de viabilizar experiências que envolvem, os alunos, tanto emocionalmente como cognitivamente.

Levando em conta esta exposição, para FARDO (2013, p.63):

A gamificação pode promover a aprendizagem porque muitos de seus elementos são baseados em técnicas que os designers instrucionais e professores vêm usando há muito tempo. Características como distribuir pontuações para atividades, apresentar feedback e encorajar a colaboração em projetos são as metas de muitos

planos pedagógicos. A diferença é que a gamificação provê uma camada mais explícita de interesse e um método para costurar esses elementos de forma a alcançar a similaridade com os games, o que resulta em uma linguagem a qual os indivíduos inseridos na cultura digital estão mais acostumados e, como resultado, conseguem alcançar.

É inegável que, quando bem planejada a aplicação da gamificação, como forma de sedimentar o conteúdo já estudado, existe um enorme potencial de êxito, quanto a uma melhor assimilação dos alunos, tendo em vista que o mesmo fica mais motivado/interessado em participar.

E diz LORENZONI (2020), neste sentido, que, na educação, o potencial da gamificação é imensurável, pois ela funciona para despertar interesse, aumentar a participação, desenvolver criatividade e autonomia, promovendo, ainda, o diálogo, de modo a resolver situações-problema.

Além da questão da aprendizagem em si, entende-se que a gamificação, segundo RODRIGUES e VALARES (2013, p. 58), é “capaz de ampliar em nossos alunos mais do que habilidades técnicas, fomentar capacidades cognitivas, afetivas, comunicacionais para que eles enfrentem esse mundo em constante transformação”

Não obstante, ainda sob essa explanação, vale asseverar que o uso da gamificação, no caso concreto, tem como principal intuito apresentar uma resposta a um dos principais males da educação tradicional, que é representada pela falta de interesse na disciplina estudada.

Em razão disso, diz, ainda, LORENZONI (2020):

Em vez de trazer jogos já existentes para a sala de aula, o educador pode explorar a gamificação através de certas dinâmicas com sua turma: a principal é trabalhar a partir de missões ou desafios, que funcionam como combustível para a aprendizagem. Dessa forma, todo conhecimento serve a um propósito, o que envolve os estudantes no processo. Outras alternativas são utilizar pontos, distintivos ou prêmios como incentivo; definir personagens (avatares) ou cenários específicos com que os alunos precisam lidar ou propor obstáculos a serem superados.

Portanto, com o intuito de minimizar os erros, e até mesmo preencher corretamente, as lacunas abertas na cabeça dos alunos, com o conhecimento científico, dentro dessa nova ótica, ficam evidentes as grandes vantagens do uso do recurso da gamificação, mais especificamente, atrelado, no caso concreto, ao jogo de tabuleiro “A TERRA NÃO É PLANA”, como um meio hábil de aumentar o interesse e conseqüente aprendizado dos discentes na disciplina de Física.

5.2 O Uso da Gamificação como Ferramenta Didática-Integradora do Ensino de Física

Antes de adentrar ao cerne, vale dizer que o conceito de aprendizagem ativa, apesar de não ser muito antigo, tem sido alvo de muito interesse, principalmente, quando se trata em despertar atenção e participação ativa no estudante da disciplina de Física.

Com certa frequência, o conceito “aprendizagem ativa” é reconhecido como uma forma de aprendizado em sala de aula, onde os conteúdos são programados para atrair de forma, quase que permanente, a atenção/interesse dos discentes durante o processo de aprendizagem, o que contrapõe a forma de ensino tradicional, que se caracteriza por aulas prioritariamente expositivas.

A fim de apresentar uma resposta a este quadro de desmotivação dos estudantes, têm surgido várias pesquisas empíricas, a fim de aplicar as mais diversas alternativas de metodologia estratégica ativas no ensino de Física, o que dentre elas destaco: ensino x aprendizado baseado em equipes, baseado em problemas x soluções; o modelo Peer Instruction-PI-(ARAÚJO et tal, 2017), Predict –Observe –Explain -POE– (SANTOS et tal, 2018), gamificação, etc.

Vale mencionar que a metodologia de “aprendizagem ativa”, tem como referência do início dos anos 90, o modelo Peer Instruction (PI), que tende a deslocar os estudantes para o núcleo do processo de construção do conhecimento, o que os torna personagens centrais da sua própria aprendizagem.

Diante desta análise, vale dizer que as metodologias de “aprendizagem ativa” colocam sob responsabilidade do discente:

Leitura, pesquisa, comparação, observação, imaginação, obtenção e organização dos dados, elaboração e confirmação de hipóteses, classificação, interpretação, crítica, busca de suposições, construção de sínteses e aplicação de fatos e princípios a novas situações, planejamento de projetos e pesquisas, análise e tomadas de decisões (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017, p. 274)

Ocorre que, para o desenvolvimento do presente trabalho, apesar de tantas metodologias estratégicas promissoras, a gamificação tem se destacado em vários cenários, tendo em vista a sua potencial capacidade de envolver, engajar e motivar a ação do estudante em ambientes de aprendizagem (SANTOS et tal, 2018). Além disso, essa metodologia estratégica tem se mostrado como uma alternativa de ensino bastante promissora na disciplina de Física.

De modo a melhor ilustrar o intuito do uso da gamificação como ferramenta pedagógica

didático-integradora, vale a observação autoexplicativa dos infográficos abaixo:



Figura 43 – O que é gamificação. (Fonte:<https://site.geekie.com.br/blog/gamificacao/>)



Figura 44 – O que promove a gamificação na educação (Fonte:<https://site.geekie.com.br/blog/gamificacao/>)



Figura 45 – Como funciona a Gamificação (Fonte:<https://site.geekie.com.br/blog/gamificacao/>)

Diante de tais perspectivas idealizadas nos infográficos acima, muito tem se trabalhado diante da expectativa potencial dos games para fins educacionais, além de evidenciar a relação destes jogos com a motivação e o engajamento dos discentes, que, conforme ALVES (2015, p. 2):

A aprendizagem e a tecnologia têm muita coisa em comum, afinal ambas buscam simplificar o complexo. A grande diferença entre esses dois campos está na velocidade. Enquanto a tecnologia evolui muito rapidamente, parecemos insistir na utilização de apresentações de PowerPoint intermináveis que só dificultam o aprendizado, dispersando a atenção de nossos aprendizes que encontram um universo bem mais interessante em seus smartphones.

Para KLOCK et al. (2014), com o estímulo de pontuações, o aluno se sente motivado a procurar por atividades, como escopo de vencer os desafios. Assim, esses fatores se relacionam promovendo, portanto, o senso de socialização e colaboração. De acordo com ALVES (2015, p. 41):

Em termos de aprendizagem, quando pensamos em gamificação estamos em busca da produção de experiências que sejam engajadoras e que mantenham os jogadores focados em sua essência para aprender algo que impacte positivamente em sua performance.

É perceptível, diante de várias vertentes, a procura por engajamento e interações que estejam contextualizadas com o universo dos jogos, o qual integra o cotidiano dos nossos jovens, influenciando-os a serem mais participativos em sala de aula.

Isso só é possível porque estratégias e pensamentos dos games são bastante populares, eficazes na resolução de problemas (pelo menos nos mundos virtuais) e aceitas naturalmente pelas atuais gerações que cresceram interagindo com esse tipo de entretenimento. Ou seja, a gamificação se justifica a partir de uma perspectiva sociocultural. (FARDO,2013).

Portanto, fica evidente que a exploração de diversos recursos atinentes ao mundo dos jogos se tornou uma grande aliada à forma de aplicar o conteúdo aos alunos, despertando, portanto, o seu interesse e maior rendimento.

6 DO PRODUTO EDUCACIONAL: “A TERRA NÃO É PLANA”: OBJETIVO, ESTRATÉGIA DIDÁTICA E ELEMENTOS UTILIZADOS COMO FORMA DE MOTIVAR E DESPERTAR O INTERESSE DO CONTEÚDO PELOS ALUNOS

6.1 O Processo de Escolha (e Definição da Estratégia Didática Pedagógica de Aprendizagem) do Produto Educacional

O mundo sofre muitas e constantes mudanças que, não obstante, interferem de forma direta na relação ensino x aprendizado, tendo em vista que o aluno dos dias de hoje não é mais o mesmo de décadas atrás.

Por muitos terem acesso quase que constantemente as redes sociais e a internet, devido aos smartphones que carregam consigo, muitos dos adolescentes de hoje não buscam o conhecimento científico. Ficam “presos” em seus celulares por horas e horas, saindo de uma rede social e entrando em outra, gastando horas diariamente sem absorver, em muitos casos, algo que seja útil para o seu desenvolvimento acadêmico. E por estarem seguindo dezenas de influenciadores, muitos dos quais formam seus conhecimentos científicos em vídeos de Youtube, então acabam absorvendo informações que não existem em livros, formulando então dezenas de conceitos errôneos. Devido a realidade virtual estabelecida nos últimos anos, vemos infelizmente que a grande maioria desses adolescentes, jovens e adultos por não terem o “senso crítico” ou até mesmo o conhecimento científico, acabam absorvendo o errado como verdadeiro e disseminando o que aprenderam.

Assim surge a constante necessidade de que o professor se utilize do máximo de ferramentas didáticas possíveis, a fim de acompanhar a realidade do seu “público”. Diante desse cenário, tendo em vista a imensa dificuldade que os alunos da 1ª série do ensino médio têm enfrentado com o primeiro contato direto com a disciplina de Física, surgiu a necessidade de sondar as necessidades desse público específico, de modo a mensurar o nível de conhecimento sobre o formato do planeta Terra.

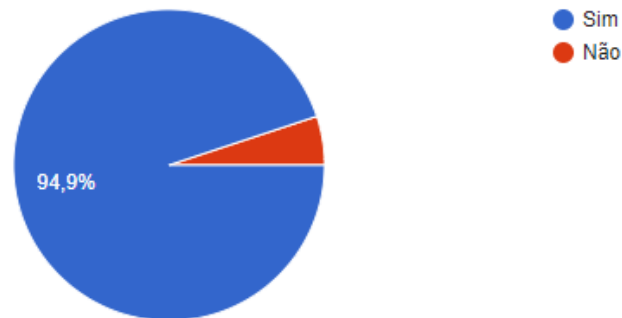
Para tal fim, foi elaborada uma enquete que pudesse questionar sobre as necessidades destas turmas e, assim, gerar um produto que conseguisse aumentar o interesse e produtividade/compreensão dos alunos sobre o formato da Terra.

Segue, portanto, a enquete aplicada a um grupo de 138 alunos, da atual 1ª, 2ª e 3ª série do ensino médio (2021) todos os alunos da rede federal de ensino do Instituto Federal do Ceará (IFCE), sobre perguntas acerca do nosso planeta.

Gráfico 1 – Levantamento dos alunos que sabem o que é Geocentrismo? (Fonte: Autor)

1) Você sabe o que é geocentrismo?

138 respostas

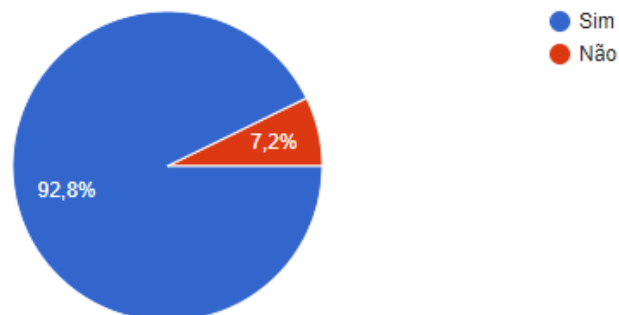


Podemos observar que o resultado da questão 01, representada pelo gráfico acima, demonstra, através de uma pequena amostragem, que praticamente 5% desse grupo de alunos não sabem o significado de algo básico na formação científica do sistema solar, que se acreditava que a Terra representa o centro do universo. Modelo planetário formulado por Ptolomeu no início da era Cristã.

Gráfico 2 – Levantamento dos alunos que sabem o que Heliocentrismo? (Fonte: Autor)

2) Você sabe o que é heliocentrismo?

138 respostas



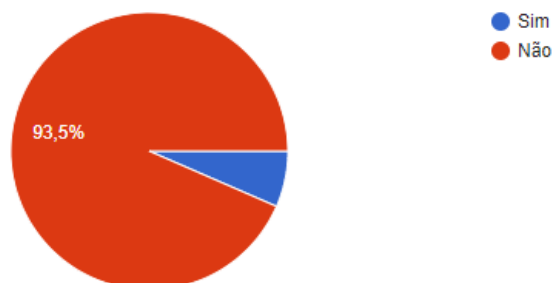
O resultado da questão 02, representada pelo gráfico acima, que 7,2% desse grupo de alunos não sabem o significado de mais um conceito fundamental na formação científica do sistema solar, que se constitui nos tempos de hoje. O Sol representa o centro do universo e os planetas girão em torno dele. Modelo esse formulado por Copérnico somente no século XVI depois de Cristo.

Gráfico 3 – Levantamento dos alunos que acreditam que a Terra está estática no sistema solar.

(Fonte: Autor)

3) Você acredita que o planeta Terra está estático no sistema solar?

138 respostas

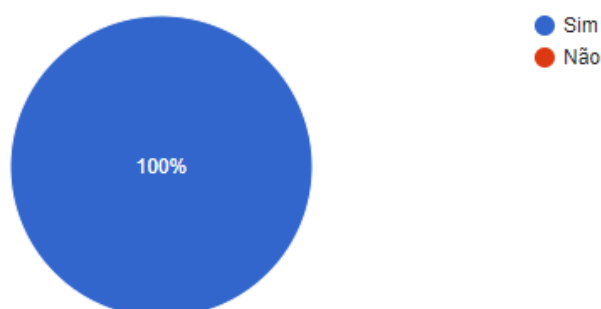


Observamos que o resultado da questão 03, representada pelo gráfico acima, demonstra, que 6,5% desse grupo de alunos acreditam que a Terra está estática no sistema solar, é errôneo afirmar quando comparamos com o sistema planetário utilizado nos dias atuais.

Gráfico 4 – Levantamento dos alunos que acreditam que a Terra possui algum movimento no sistema solar. (Fonte: Autor)

4) Você acredita que o planeta Terra possui movimento no sistema solar?

138 respostas

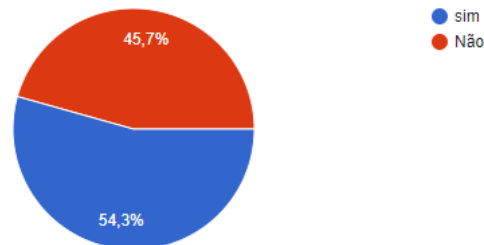


Vejamos que o resultado da questão 04, representada pelo gráfico acima, demonstra, através de uma pequena amostragem, que 100% desse grupo de alunos acreditam que a Terra está realizando algum movimento do sistema solar, entrando em contradição com a pergunta anterior.

Gráfico 5 – Levantamento dos alunos que entendem o processo de formação e uma bolha de sabão. (Fonte: Autor)

5) Quando você faz uma bolha de sabão, você entende o porquê da bolha ser esférica? Não ser algo plano ou cilíndrico.

138 respostas

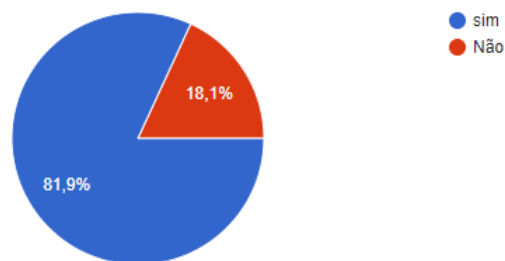


O resultado da questão 05, representada pelo gráfico acima, demonstra, que já temos uma grande divergência com relação ao processo de formação de uma bolha de sabão. Processo esse que é resultante por termos uma porção de sabão sem forma inicialmente definida, se aglomera de tal forma, que a mesma sobre efeito da pressão atmosférica aplicada por todos os lados, gera assim, a forma mais estável de uma porção de sabão que não tem forma definida.

Gráfico 6 – Levantamento dos alunos que entendem o processo de formação do sistema solar. (Fonte: Autor)

6) A forma como você entende o processo de origem do sistema solar, justifica o formato que você tem do nosso planeta?

138 respostas

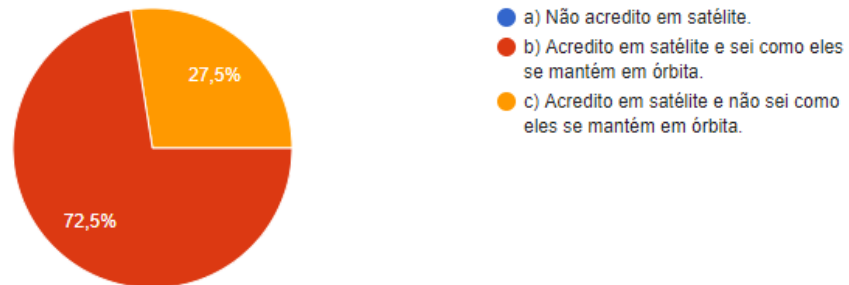


No resultado da questão 06, representada pelo gráfico acima, demonstra, através de uma pequena amostragem, já temos uma dúvida importante com relação a 18,1% dos estudantes, que é o princípio da origem do formato terrestre.

Gráfico 7 – Levantamento dos alunos que acreditam em satélite e o entendimento como os mesmos se mantêm em órbita. (Fonte: Autor)

7) Se você acredita em satélite, você sabe como eles se mantêm no espaço?

138 respostas

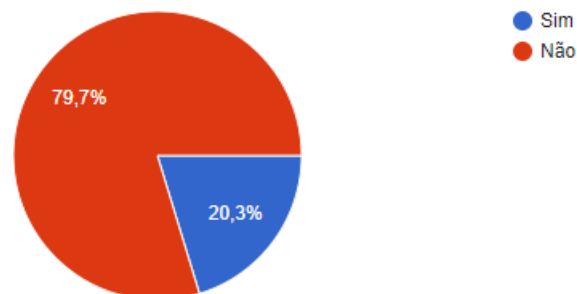


A resposta da questão 07, representada pelo gráfico acima, demonstra, através de uma pequena amostragem, que já temos uma dúvida importante com relação a quase 30% dos entrevistados, que eles não detêm o entendimento com relação a como o satélite se mantém e como se movimenta no espaço. Que para se manterem precisam estar constantemente imerso no campo gravitacional terrestre, que os mantém em órbita ao redor do globo devido a força centrípeta. Isso significa que ele não flutua, mas sim está sempre caindo, descrevendo uma trajetória circular ao redor do planeta.

Gráfico 8 – Levantamento dos alunos que entendem o que é um epíclio. (Fonte: Autor)

8) Você sabe o que é um epíclio?

138 respostas



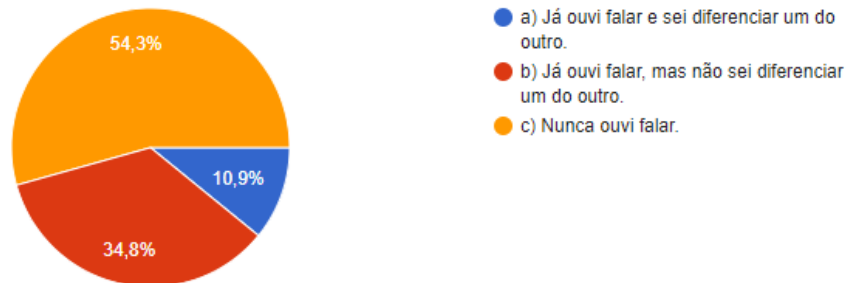
Com o resultado da questão 08, representada pelo gráfico acima, demonstra, através de uma pequena amostragem, já temos a certeza que praticamente 80% dos estudantes não sabem o que isso representa. Foi devido a essa divergência de movimentos dos epíclios que justificou o “furo” no modelo planetário geocêntrico.

Gráfico 9 – Levantamento dos alunos que sabem diferenciar o dia sinódico do dia sideral.

(Fonte: Autor)

9) Você sabe diferenciar o “dia sinódico” do “dia sideral”? Ou nunca ouviu falar?

138 respostas



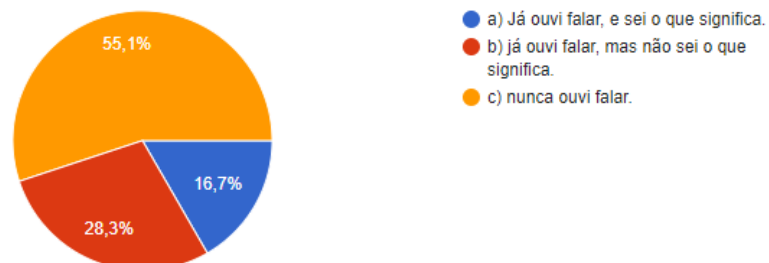
O que podemos observar com o resultado da questão 09, representada pelo gráfico acima, demonstra, através de uma pequena amostragem o conhecimento dos alunos com relação a mais um tema que diz respeito de movimento de astros.

Em 24 horas, a Terra gira um pouco mais que uma rotação completa devido a sua órbita ao redor do sol, chamamos isso de dia, ou dia sinódico. Já um dia sideral é o período de rotação em relação a outras estrelas. Percebemos que quando as perguntas são um pouco mais aprofundadas, os índices de conhecimentos científicos são muito pequenos.

Gráfico 10 – Levantamento dos alunos que entendem o que é uma paralaxe. (Fonte: Autor)

10) Você já ouviu falar em Paralaxe? Sabe o que ela significa?

138 respostas

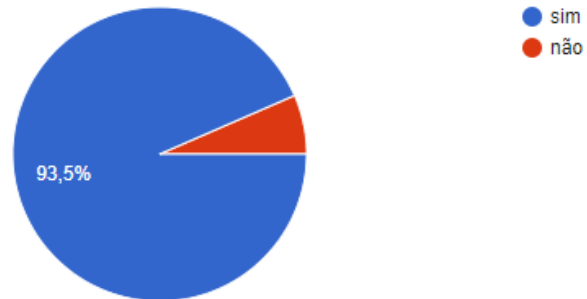


Percebendo o resultado da questão 10, representada pelo gráfico acima, demonstra, através de uma pequena amostragem, a divergência de respostas sobre o conhecimento de paralaxe. Onde sabemos que na astronomia, paralaxe é o deslocamento aparente da direção observada de um astro como consequência do movimento do ponto de observação, isto é, o ângulo entre as direções de observação do astro correspondente aos dois pontos extremos da linha de estação.

Gráfico 11 – Levantamento dos alunos que entendem o processo de mudança das estações do ano. (Fonte: Autor)

11) Você sabe o que explica as mudanças das estações no planeta Terra?

138 respostas

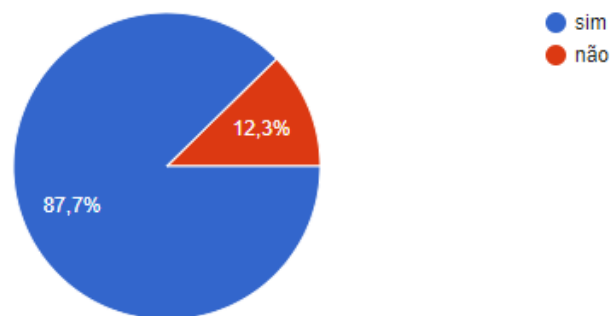


Vejamos que o resultado da questão 11, representada pelo gráfico acima, demonstra, através de uma pequena amostragem, uma parcela de 6,5% dos entrevistados não entendem como procede o processo de mudanças de estações do ano.

Gráfico 12 – Levantamento dos alunos que entendem o processo de mudança das fases da lua. (Fonte: Autor)

12) Você sabe o que explica as mudanças das fases da lua?

138 respostas

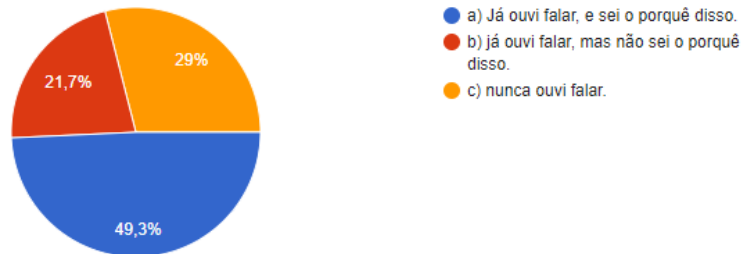


Na pergunta 12, temos uma outra pergunta que muitas pessoas não sabem a explicação e nas nossa enquete o que percebemos é que 12,3% dos entrevistados não conseguem explicar que a mudança de fases da lua é provocada pelo movimento do globo e da lua ao redor do sol (translação).

Gráfico 13 – Levantamento dos alunos que entendem que o dia em mercúrio é maior que o ano nesse planeta. (Fonte: Autor)

13) Você já ouviu falar que o dia em mercúrio é mais longo do que o ano em mercúrio? Entende a razão disso?

138 respostas

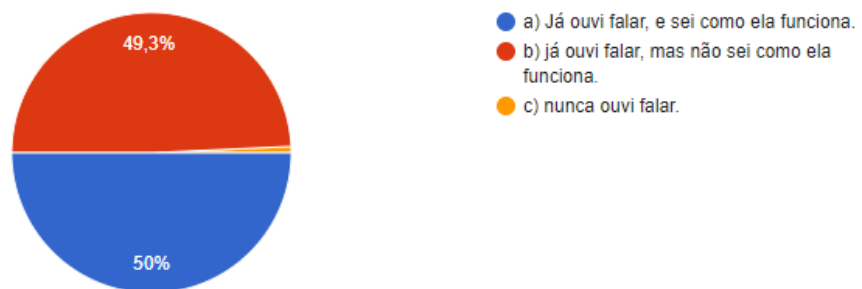


A pergunta de número 13, apresenta respostas bem diferentes, muitos não associam que o movimento de rotação de Mercúrio é extremamente lento, devido à ausência de satélite, fazendo com que o mesmo realize primeiramente uma volta em torno do sol, do que em torno dele.

Gráfico 14 – Levantamento dos alunos que entendem o que significa aurora boreal. (Fonte: Autor)

14) Você sabe o que é aurora boreal? Entende o porquê da existência dela?

138 respostas

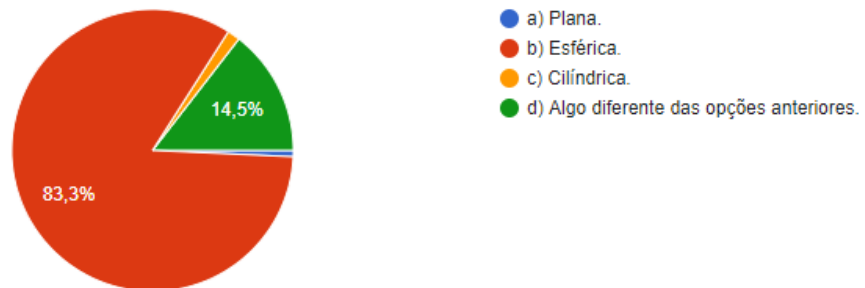


Nesta pergunta podemos observar um percentual dos entrevistados que nunca ouviram falar em aurora boreal. Fenômeno esse explicado pelos ventos solares que se chocam com os campos magnéticos mais intensos do planeta.

Gráfico 15 – Levantamento dos alunos que sabem qual a forma do planeta Terra. (Fonte: Autor)

15) Que forma você acredita que o planeta Terra tenha?

138 respostas

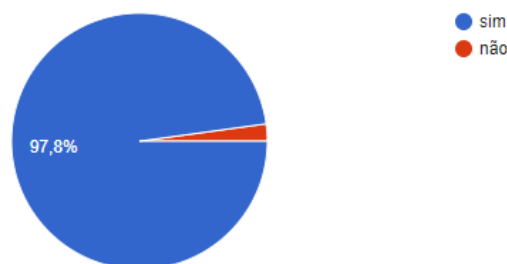


Ao analisar a resposta desse gráfico, pode observar que uma pequena porcentagem, cerca de 14,5% acertou que cientificamente o planeta Terra não é plana, nem cilíndrica, muito menos esférica. Na verdade a Terra é uma esfera achatada nos pólos, fazendo com que ela tenha um formato de geoide.

Gráfico 16 – Levantamento dos alunos que entendem, através do formato da Terra, a explicação de fenômenos naturais. (Fonte: Autor)

16) A forma que você acredita que seja o planeta Terra, justifica os fenômenos naturais que ocorrem na natureza, como eclipse, fases da lua, etc?

138 respostas

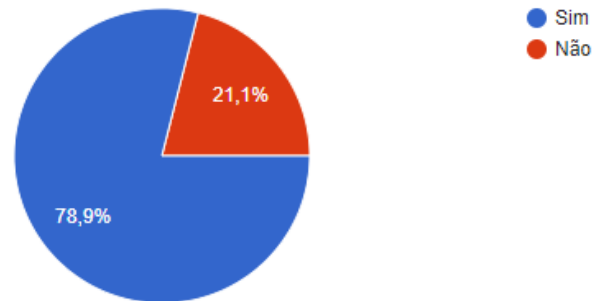


O resultado da questão 16, representada pelo gráfico acima, demonstra mais uma pergunta em que o índice de divergência é muito baixo, concluindo que os estudantes entrevistados sabem que os fenômenos naturais que ocorrem na natureza são explicados devido ao formato da Terra.

Gráfico 17 – Levantamento dos alunos que entendem os processos de origem do planeta Terra e consequentemente do universo. (Fonte: Autor)

17) Você acredita na Teoria do Big Bang??

133 respostas



Analisando o gráfico 17 percebemos que 21,1% dos entrevistados não acreditam na teoria que deu origem ao universo. Onde foi descoberto que o universo não é estático e que está em constante expansão. Tudo se deu a um ponto material muito pequeno, quente e excessivamente denso. Esse ponto que deu origem ao universo na grande explosão chamada Big Bang.

Diante dos dados apresentados e considerando a execução, produção e aplicação eminentemente em sala de aula, em seu primeiro momento, para alunos da 1ª, 2ª e 3ª série do ensino médio do IFCE, optou-se, como produto deste trabalho, um jogo de tabuleiro, acreditando ter um grande potencial para aumentar a produtividade/compreensão/interesse do aluno pela disciplina de Física.

6.2 Do Produto Educacional “A TERRA NÃO É PLANA”: Objetivo, Estratégia Didática e Elementos Utilizados Como Forma de Motivar e Despertar o Interesse do Conteúdo Pelos Alunos.

De modo a trazer uma experiência estimulante e lúdica, para que o aluno sintam-se mais atraído, afeiçoado e compreenda de maneira simplificada a disciplina de Física, o jogo “A TERRA NÃO É PLANA” possui diversos recursos de aprendizado, com perguntas, desafios e curiosidades pertinentes ao conteúdo de Gravitação e Dinâmica do movimento circular. Tudo isso através de uma competição saudável, com recursos visuais, tecnológicos e táteis, que possibilitam, ainda, a aquisição de prêmios, que neste caso, materializam-se por pontos extras a serem creditados na prova ou na média da disciplina.

De modo a ilustrar os recursos mencionados, vale apresentar, logo abaixo, as imagens

do jogo “A TERRA NÃO É PLANA”, de forma a propiciar uma visão geral do “caminho do jogo” e seus respectivos recursos didático-pedagógicos.

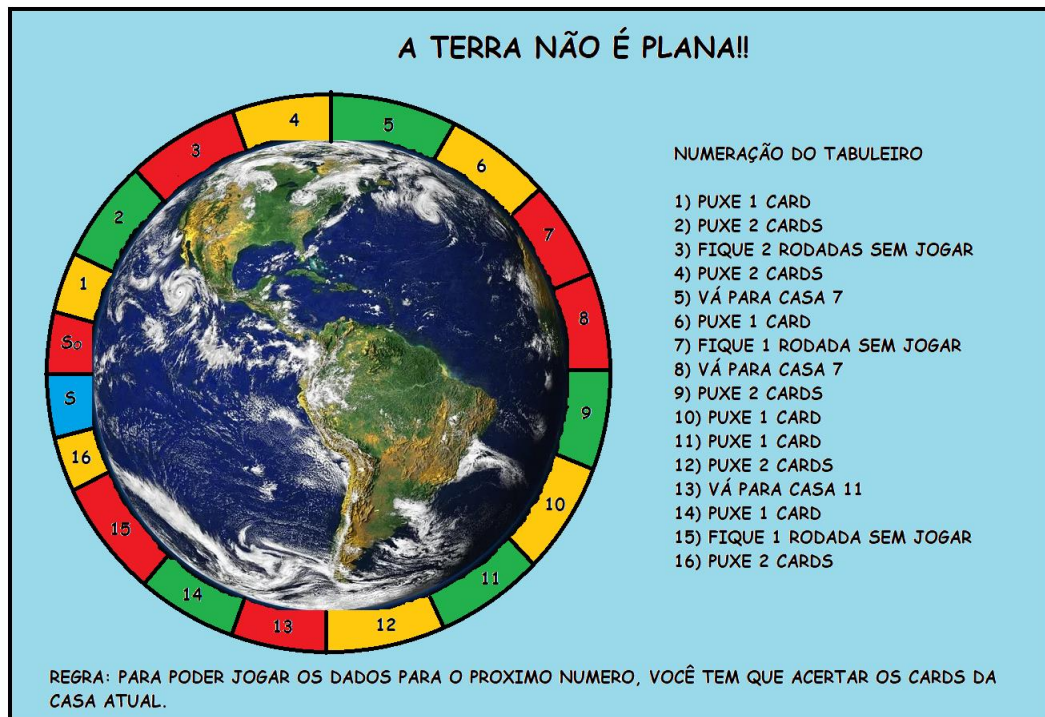


Figura 46 – Layout do tabuleiro do jogo “A TERRA NÃO É PLANA”. (Fonte: Autor)

Assim sendo, para viabilizar e organizar a interação e o aprendizado da disciplina de Física, foram criadas algumas regras para o jogo “A TERRA NÃO É PLANA”. No entanto, seguem apenas as ilustrações dos recursos que serão utilizados, a fim de demonstrar a intenção prática de assimilação do conteúdo.

Perguntas abordadas no jogo “A Terra não é plana” serão as seguintes:

01) *Qual a forma da Terra?*

- a) Plana
- b) Esférica
- c) Cilíndrica
- d) Geoide

Resposta – “d”

02) *O que explica o fenômeno “sol da meia noite”, fenômeno particular dos polos terrestres?*

Resposta – O fato da inclinação do planeta terra ser inclinado por volta de 23 graus em relação a vertical, e dependendo da época do ano, o polo norte terá sol à meia noite, e 6 meses após isso, será a o polo sul.

03) O que explica as variações das estações do ano?

Resposta – A diferença de incidência solar ao longo do ano, em cada região da Terra.

04) Qual a origem do sistema solar?

Resposta – a teoria do Big bang.

05) O que explica a forma da Terra no processo de formação do sistema solar?

Resposta – após o Bing Bang, muitos aglomerados de matéria e energia ficaram distribuídos no espaço. Quando um aglomerado de matéria se encontra junto, e sem forma definida, ela se junta de forma a possuir a maior estabilidade possível. E a forma mais estável possível de um aglomerado de matéria “fluida”, é o formato esférico. É como a formação de bolhas de sabão.

06) O que é um epiciclo?

Resposta – órbita circular que se julgava descrita por um planeta, enquanto o centro dessa órbita descrevia outra, igualmente circular, ao redor da Terra.

07) O que justifica os polos serem mais frios que o equador?

Resposta – A intensidade de radiação solar, devido ao formato esférico da Terra.

08) As estrelas podem ajudar a desvendar no formato real do planeta?

Resposta – Sim, pois algumas são vistas apenas alguns lugares da Terra. É o exemplo da constelação do cruzeiro do sul, pois o mesmo só tem esse nome, pois só pode ser visto do hemisfério sul, devido à localização da constelação se mantendo sempre do lado sul.

09) O que justifica o fato de um barco sumir no horizonte para um observador que o acompanha de binóculos quanto ele se afasta da costa terrestre?

Resposta – Pois o barco vai adentrando na curvatura terrestre.

10) O que justifica a diferença entre a aceleração da gravidade nos polos e na linha do equador?

Resposta – O achatamento dos pólos terrestres.

11) Cite duas hipóteses que prova que a Terra não é plana?

Resposta – Livre

12) Explique como ocorre o eclipse solar?

Resposta – é quando a Terra fica entre o sol e a lua, e a lua passa a ficar sendo coberta pela sombra da Terra, gerada pela iluminação do Sol.

13) Explique como ocorre o eclipse lunar?

Resposta – É quando a lua fica entre o Sol e a Terra, fazendo com que a sombra da lua se projete sobre a Terra, impedindo de forma total ou parcial a visibilidade do Sol, para quem está na Terra.

14) *O que é o geocentrismo?*

Resposta – Foi um modelo planetário criado, em que se considerava que a Terra era o centro do universo, e os demais astros do sistema solar, orbitavam em torno dela, inclusive o Sol.

15) *O que é o Heliocentrismo?*

Resposta – Foi um modelo planetário criado, em que se considerava que se considera a Terra, e os demais astros do sistema solar, orbitando em torno do Sol.

16) *Cite evidências dos furos do geocentrismo?*

Resposta – A não regularidade dos epiciclos de alguns astros em torno da Terra.

17) *Para refletir!!*

Se a Terra fosse plana, não deveríamos ver o sol 24 horas por dia?

Puxe outro card.

18) *Para refletir!!*

Se a Terra fosse plana, o que explicaria a dinâmica do movimento solar?

Puxe outro card.

19) *Explique a dinâmica do movimento terrestre em relação ao sol?*

Resposta – Ela se movimenta em uma órbita elíptica em torno do sol, onde é a mesma é quase circular, sendo mantida nessa órbita devido a força de atração gravitacional, podendo ser considerada como força centrípeta.

20) *Em que lua acontece o eclipse solar?*

Resposta – Lua nova

21) *O movimento da Terra em relação ao sol é uniforme ou variado?*

Resposta – Considerado a órbita terrestre elíptica ou circular, em ambos os casos o planeta apresenta movimento variado.

22) *Qual a diferença entre aceleração centrípeta e tangencial?*

Resposta – A centrípeta muda a direção e o sentido da velocidade, a tangencial muda o

módulo da mesma.

23) *Qual a órbita da terra em relação ao sol?*

Resposta – Elíptica, mas é quase circular.

24) *O que diz a lei das áreas?*

Resposta – A reta imaginária que une o planeta ao sol, “varre” áreas iguais em tempos iguais.

25) *O que trata a lei dos períodos?*

Resposta – O T^2 dividido pelo R^3 de qualquer astro em torno do sol, sempre dará uma constante K.

26) *O que diz a 1ª de Kepler?*

Resposta – Que os planetas giram ao redor do Sol em órbitas elípticas, e o Sol ocupa um dos focos da elipse.

27) *Qual o ponto da órbita de um planeta que fica mais afastado do sol?*

Resposta – Afélio.

28) *Em que ponto da órbita de um planeta ele possui maior velocidade??*

Resposta – Periélio.

29) *Curiosidade!!*

Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.) explicou que as fases da Lua dependem de quanto da parte da face da Lua iluminada pelo Sol está volta da para a Terra.

Puxe outro card!

30) *Curiosidade!!*

Ptolomeu (85 d.C. - 165 d.C.) (Claudius Ptolemaeus) foi o último astrônomo importante da antiguidade.

Puxe outro card!

31) *Curiosidade!!*

Ptolomeu chega a conclusão, partindo de fatos observáveis, que o céu e a Terra são esféricos, estando este imóvel no centro geométrico do céu!!

Puxe outro card!

32) Curiosidade!!

Tycho Brahe (1546 – 1601) Tycho continuou o trabalho iniciado por Copérnico, foi acolhido pelos sábios ocidentais com alguma relutância. Estudou detalhadamente as fases da lua e compilou muitos dados que serviriam mais tarde a Johannes Kepler para descobrir uma harmonia celestial existente no movimento dos planetas, padrão esse conhecido como leis de Kepler.

Puxe outro card!

33) Curiosidade!

1600 d.C.: Galileu Galilei realizou experimentos de queda dos corpos e chegou muito próximo do conceito moderno de inércia, contrariando as ideias vigentes sobre o movimento dos astros.

Puxe outro card!

34) Quem é considerado o pai da ciência moderna?

Resposta – Galileu Galilei

35) Curiosidade!

1610 d.C.: Johannes Kepler desenvolveu as três leis dos movimentos planetários (Lei das órbitas, Lei das áreas e Lei dos períodos) utilizando os dados astronômicos obtidos por Tycho Brahe.

Puxe outro card

36) Quem formulou a lei da gravitação universal?

Resposta – Isaac Newton

37) Quem foi o primeiro astronauta a pisar na lua? O que ele disse quando pisou lá?

Resposta – Neil Armstrong. “Um pequeno passo para o homem, um salto gigantesco para humanidade.

38) Qual a contribuição de Erastóstenes para o estudo do formato da Terra?

Resposta – Estimou o raio terrestre.

39) Quem foi Fernão de Magalhães?

Resposta – Foi um navegador português, que realizou a viagem de circum-navegação através dos oceanos.

40) O que explica o fato do alinhamento do sol, com os nossos olhos, ao olharmos para o horizonte quando ele nasce e se põe?

Resposta – A existência do movimento de da terra em relação ao sol.

41) Curiosidade!

Nicolau Copérnico (1473 – 1543), considerado o fundador da astronomia moderna, nasceu na Polônia e desenvolveu conhecimentos nos campos da matemática, geografia e astronomia. Sua teoria heliocêntrica afirmava que a Terra e os demais planetas se moviam ao redor de um ponto vizinho ao Sol, sendo, este, o verdadeiro centro do Sistema Solar.

Puxe outro card!

7 A IMPRESSÃO DOS ALUNOS APÓS A APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL “FÍSICA EM MOVIMENTO”: METODOLOGIA, AVALIAÇÃO E PONDERAÇÃO DOS RESULTADOS

Com o propósito de se obter um feedback dos próprios alunos, quanto às suas impressões pessoais, acerca da aplicabilidade, da jogabilidade e da viabilidade do jogo de tabuleiro “A Terra não é Plana” como ferramenta didática-integradora-pedagógica do ensino da disciplina de Física, especificamente, para o conteúdo de Astronomia, com o objetivo de melhorar o aprendizado e fixação da matéria, foi realizado no dia 23 de julho de 2021 um jogo teste.

O jogo teste foi realizado na pelo aplicativo Google meet, em virtude dos protocolos de segurança de combate a COVID-19, diante de alunos do ensino médio do colégio Paulo Airton. Participaram da aplicação-teste do jogo 14 alunos e a turma foi dividida em 2 grupos.

Conforme o jogo acontecia e evoluía, notava-se uma certa inquietação e empolgação por parte dos alunos, que foram bastante receptivos e participativos por toda a aplicação do jogo-teste.

Inobstante, observou-se, também, que todos os alunos demonstraram interesse em participar, mesmo que em menor grau, havendo, ainda, uma visível interação remota, emocional e comportamental entre alunos x alunos e alunos x professor, rendendo, por consequência, vários momentos de leveza, conhecimento e muita descontração à medida que os alunos resolviam as questões, competiam e interagiam.

Ademais, vale apresentar alguns dos registros desse momento:

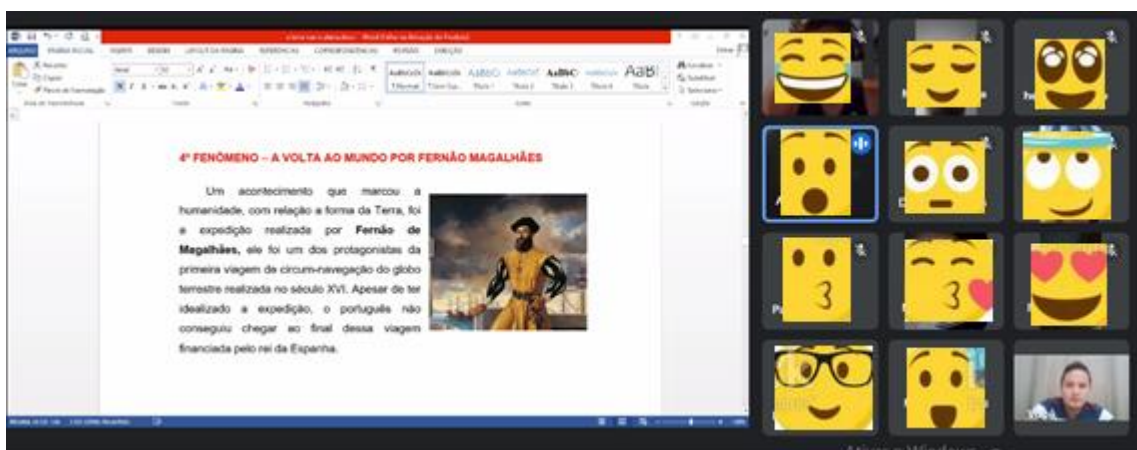


Figura 47 - Aula sobre a História do formato terrestre. (Fonte: O Autor)

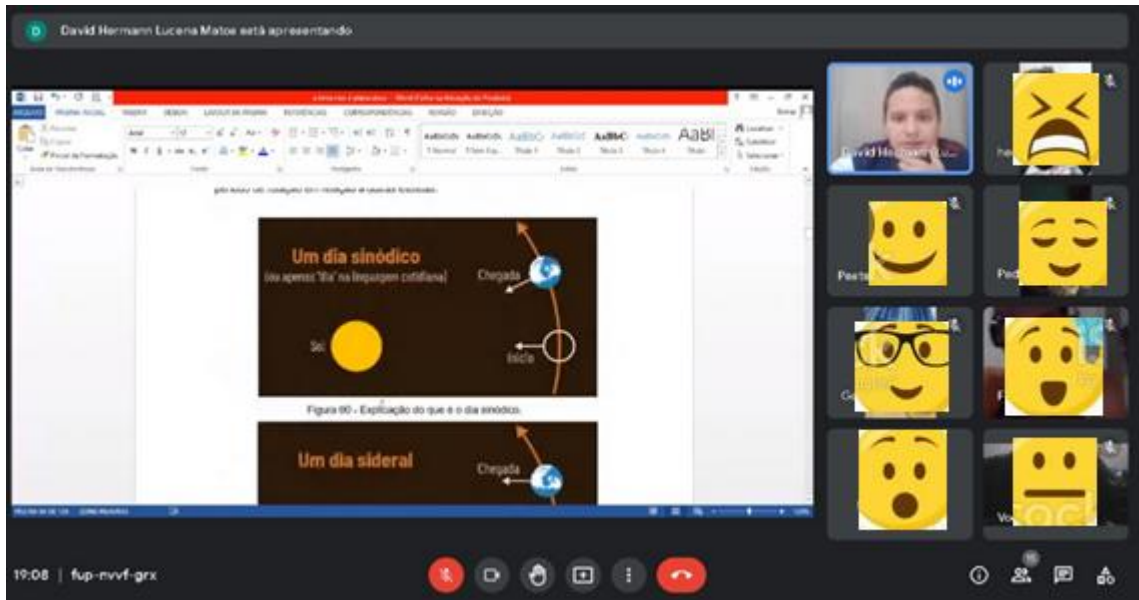


Figura 48 - Momento da aula que trato de explicar os tipos de dias, e destaco a dinâmica do movimento circular. (Fonte: O Autor)



Figura 49 - Alunos começando o jogo-teste do jogo “A Terra não é plana”. (Fonte: O Autor)

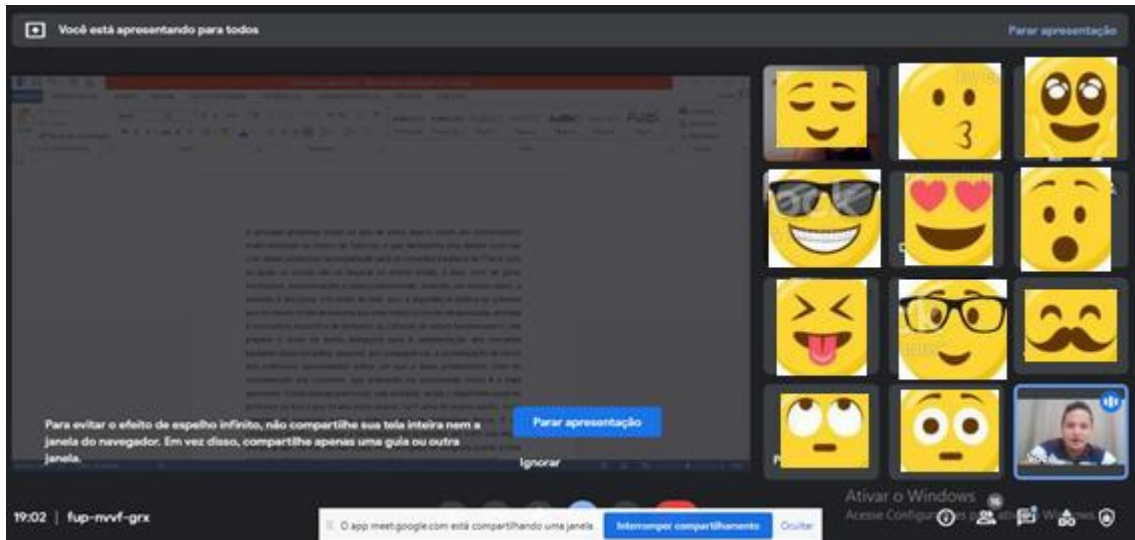


Figura 50 - Professor lendo uma das questões do jogo “A Terra não é plana” durante a aplicação do jogo-teste. (Fonte: O Autor)



Figura 51 – Momento em que um pino da equipe 1 está na casa 5 e o outro pino da equipe 2 está na casa 10. (Fonte: O Autor)

Durante a aplicação do jogo de tabuleiro “A Terra não é plana” foram feitas várias observações. Algumas bem produtivas do ponto de vista do conteúdo, outras apenas válidas se forem analisadas pelo ponto de vista da sociabilidade.

Os alunos que participaram do jogo, foram alunos heterogêneos, dês dos alunos que costumam apresentar um bom desempenho escolar, como até o que apresenta desempenho escolar insuficiente.

Nestes casos, um fator positivo que merece destaque e foi observado neste perfil de aluno, foi a melhora considerável na parte teórica do conteúdo, pois eles passaram a ter uma melhor explicação dos conceitos básicos, apresentando, portanto, melhores respostas para os questionamentos feitos durante o jogo.

Os alunos que podem ser classificados como medianos não apresentaram grandes

respostas, mas se concentraram de forma significativa da resposta do colega que dominava o assunto, gerando uma forma diferenciada de concentração.

Porém, durante as aplicações, este grupo de alunos se mostrou participativo, interessado, atento e, o que eu posso considerar de mais proveitoso, se sentindo protagonista do seu próprio processo de aprendizado, fato que, por diversas vezes, nas aulas anteriores não era possível. Os alunos apresentaram, ainda, algumas respostas mais satisfatórias para perguntas que, em aulas meramente expositivas, não eram respondidas, pois, começaram a formular conceitos e apresentar ideias consideráveis, que, por vezes, apresentavam algumas distorções dos conceitos reais que a Física apresenta, mas que a partir desses “ganchos” trazidos por eles, era possível fazer as correções necessárias e aprimorar as frases elaboradas pelos estudantes.

Ademais, ao encerrar o jogo com pura animação e em clima de descontração, sugeriu-se que os alunos, que quisessem, apresentassem as suas impressões sobre o jogo como um todo, pelo que vale conferir algumas das colocações, *ipsis litteris*:

“É um jogo eficiente, ajuda a melhorar o aprendizado e se torna interessante trazendo uma forma divertida de aprender em grupos.”

“O jogo é excepcional, irá fazer com que as pessoas incompreensíveis possa compreender mais sobre o tabuleiro e ter a certeza de que o mundo em que vivemos não é plano.”

“Como futura professora enxergo a necessidade de implementar jogos ao ensino das exatas, por isso acho promissor um tabuleiro como esse na sala de Física.”

“O jogo é bem divertido e didático.”

“Jogo divertido com uma dinâmica em grupo bem forte e com uma gama de informação bem grande.”

“Eu adorei, e sempre muito importante a aula em que todo mundo participa e se diverte, foge do cotidiano da aulas do dia a dia, fica mais interessante aprender assim.”

“Eu gostei muito, muito mesmo. Foi bem divertido e proveitoso”

“Não gostei, o jogo afronta a bíblia e o bom senso. Não mostra os dois lados, bota somente ideias da Terra na visão dos globalóides.”

Assim sendo, por todo o exposto, pode-se deduzir, diante das impressões dos alunos, bem como da minha impressão diante das aplicações do jogo de tabuleiro “A Terra não é plana”, que alguns dos objetivos foram alcançados com êxito, perfazendo-se como uma efetiva ferramenta didática-integradora-pedagógica, aproximando os alunos, por consequência, da disciplina de Física, além de estarem aprendendo correntemente e cientificamente os conceitos científicos, aumentando, pois, a sua criatividade, motivação, interação e produtividade na fixação do conteúdo de Cinemática.

7.1 O Jogo De Tabuleiro “A Terra não é Plana” Como Forma De Revisão, Reforço E Avaliação Da Aprendizagem Dos Alunos (Metodologia)

O jogo de tabuleiro “A Terra não é Plana” tem por finalidade motivar e atrair o aluno para o estudo da disciplina de Física, utilizando algumas características da gamificação para manter o entusiasmo e a concentração durante o período em que o jogo está sendo aplicado, buscando despertar o gosto/interesse pela disciplina.

O jogo de tabuleiro “A Terra não é Plana” tem sua aplicação, de modo a melhorar a compreensão, exercitar o conteúdo exposto e realizar uma pequena avaliação do nível de aprendizagem dos alunos. Uma vez ministrado o conteúdo, o jogo de tabuleiro “A Terra não é Plana” tem a proposta de ser aplicado com o propósito de aprofundamento do conteúdo, aumentando a concentração do aluno devido a gamificação.

Durante a aplicação do produto em suas aulas, o professor, ao conduzir a execução do jogo, precisa fazer observações e anotações sobre a aplicação, tendo em vista ser fundamental que todas (ou a maior parte) das informações mencionadas pelos alunos sejam comentadas, pois, agora, o aluno é o centro da aplicação.

Cada observação/menção feita pelos alunos é de extrema importância, tendo em vista que um dos objetivos da aplicação do jogo é fazer com que ele se sinta parte fundamental da aula, e que suas observações são valorosas, mesmo que ele faça um comentário equivocado a respeito do conteúdo. Ou seja, o discente deve ser valorizado, buscando, assim, mantê-lo motivado a continuar interessado na aplicação.

Por assim dizer, podemos aduzir que a aprendizagem costuma ser facilitada quando o aluno quer aprender e se sente valorizado, ou seja, quando está motivado para tal, sentindo-se uma peça fundamental BZUNECK (2001).

De acordo com BZUNECK, (2009), a motivação do discente é de extrema importância para o êxito e a qualidade escolar. Assim, a motivação envolve todo o ambiente de estudo escolar. No transcorrer da aplicação, o professor deve fazer suas observações e anotações sempre que necessário. É agora que o professor deverá verificar o quanto que o conteúdo foi bem absorvido pelos alunos, fazendo uma pequena avaliação dos conceitos que foram bem (ou não tão bem) captados e, ao mesmo tempo fazer a sua análise particular (autocrítica) sobre o que necessita melhorar em suas aulas. Agora, acontece um processo de avaliação própria, em que o professor faz a sua auto avaliação, podendo refazer o seu planejamento e corrigir as falhas que possam ter ocorrido no planejamento inicial.

Para justificar tais condições propostas no jogo “A Terra não é Plana”, faz-se necessário

elucidar que o principal motivo para a elaboração deste jogo é o de que os alunos se sintam motivados a estudar a disciplina de Física, e compreender de forma correta como se dá o formato da Terra.

Assim, mesmo que sejam inicialmente atraídos por bonificações (pontuação extra), incentivos nas notas costumam ser fortes estímulos para os alunos, já que, por diversas vezes, eles se mostram bem mais motivados quando são premiados, já que durante a aplicação do jogo o aluno só pode ganhar ou deixar de ganhar pois, ele não perde pontuação em nenhum momento do jogo.

Considerando que, em dados momentos, os alunos não demonstram interesse/motivação em participar das atividades, quando isso acontece, lançar mão de recompensas/premiações, com o objetivo de atrair a atenção e motivá-los para desempenhar as atividades solicitadas, tem se mostrado uma estratégia assertiva, se utilizada da forma mais adequada possível.

7.1.1 Finalidade Da Aplicação Do Produto Educacional

O jogo de tabuleiro “A Terra não é Plana” tem por finalidade motivar e atrair o aluno do ensino médio para o estudo correto do formato Terrestre, utilizando algumas características da gamificação para manter o entusiasmo e a concentração durante o período em que o jogo está sendo aplicado, buscando, ainda, despertar nele o gosto/interesse pela disciplina, com o intuito de mostrar corretamente as evidências naturais do formato correto do planeta Terra.

7.1.2 Período De Aplicação Do Produto Educacional

O jogo de tabuleiro “A Terra não é Plana” pode ter em qualquer série do ensino médio, só precisa o aluno ter estudado como pré-requisito a dinâmica do movimento circular, e o professor que estiver explicando gravitação, fazer a abordagem do jogo assim que quiser.

7.1.3 Embasamento Necessário Para Aplicação Do Produto Educacional

Como falado anteriormente, é sugerido ao professor ministrar de forma prévia o conteúdo de dinâmica do movimento circular e gravitação universal, fazendo –o da forma tradicional (opção feita por mim na aplicação deste produto), ou seguindo outras metodologias (escolha esta que fica a critério de cada professor que venha a aplicar o produto em suas aulas), bem como a realização do que chamo de avaliação parcial, que vem a ser um teste aplicado para a composição da média do bimestre sendo aplicado em cada turma e em horários diferentes.

Com o resultado das avaliações em mão é sugerido que o professor faça a correção da avaliação em sala e tire as possíveis dúvidas que venham a surgir. Após a correção feita o professor sugere aos alunos que revisem o conteúdo como tarefa de casa, só então, aplica-se o produto educacional proposto.

7.1.4 Aplicação Do Produto Educacional

O jogo de tabuleiro “A Terra não é Plana” tem a proposta de ser aplicado, inicialmente, em uma turma com a quantidade média de 40 (quarenta) alunos, divididos inicialmente em até 04 (quatro) grupos (podendo ser alterado a depender da realidade onde professor está inserido). Feita a divisão dos grupos, é necessário escolher um representante.

7.1.5 O Transcorrer da aplicação do produto educacional

A cada casa avançada pelo aluno há uma situação diferente: uma aplicação teórica, uma informação atual ou um exercício para responder. Nessa hora, o professor precisa intervir sempre que for possível, visto que alguma pergunta pode ficar sem resposta. Cada observação/menção feita pelos alunos é de extrema importância, tendo em vista que um dos objetivos da aplicação do jogo é fazer com que eles se sintam parte fundamental da aula, e que suas observações são valorosas, mesmo que eles façam um comentário equivocado a respeito do conteúdo, ou seja, o discente deve ser valorizado, buscando, assim, mantê-lo motivado a continuar interessado na aplicação.

7.1.6 A avaliação dos resultados e a auto avaliação da aplicação do produto educacional

No transcorrer da aplicação, o professor deve fazer suas observações e anotações sempre que necessário. É agora que o professor deverá verificar o quanto que o conteúdo foi bem absorvido pelos alunos, fazendo uma pequena avaliação dos conceitos que foram bem (ou não tão bem) captados. Após estas observações, o professor fará o esboço do processo de reaplicação do produto e, posteriormente, ficando a cargo da sua realidade, a aplicação de uma avaliação escrita. Agora, também deve acontecer um processo de auto avaliação, onde se faz necessário corrigir as falhas que possam ter ocorrido no planejamento inicial, buscando sempre a melhoria no processo de aprendizagem dos estudantes.

8 CONCLUSÃO

Diante de uma análise teórico-experimental, demonstrou-se diante de toda a presente dissertação que os alunos do ensino médio costumam apresentar grandes dificuldades no aprendizado da disciplina de Física, os discentes estão se deparando com conceitos errôneos devido a uma considerável quantidade de informações não científicas disseminada pelas redes sociais e internet.

Assim sendo, é possível notar que o papel do professor se demonstra muito importante, tendo em vista que é preciso estar constantemente debruçado sobre as mais variadas técnicas modernas com as quais os alunos possam aprender com mais facilidade, onde nesse trabalho utilizamos técnicas de gamificação, como ferramenta didática-pedagógica, a fim de atrair mais interesse dos alunos.

A gamificação é uma técnica que visa combinar elementos de jogos em contextos que normalmente não seriam utilizados, o que, na educação, tendem a aumentar o interesse do aluno, motivando-o, despertando a criatividade e promovendo maior autonomia, bem como aguça a sua capacidade cognitiva. A apresentação do questionário feito para os alunos do ensino médio do IFCE, foi bastante positiva, a possibilidade de se criar um jogo de tabuleiro, com o formato do globo terrestre, sobre um conteúdo atual, em que os alunos pudessem interagir entre si com a criação de grupos, em uma competição saudável e que, ao final, os alunos ainda pudessem ser premiados, onde foi observado interesse, participação e questionamentos por parte dos discentes.

Assim, portanto, surgiu a ideia do jogo de tabuleiro “A Terra não é plana”, que compreende a aplicação do universo da gamificação na educação, apresentando de forma correta, criativa, lúdica e bastante motivadora o estudo do formato correto do nosso planeta. Vale mencionar que a ideia do jogo em questão é perfeitamente moldável e aplicável a outras disciplinas e conteúdo de diversos interesses. Observa-se que o jogo dá a oportunidade para todos os alunos participarem e interagirem, envolvendo os alunos que normalmente já participam nas aulas de física em sala de aula, bem como os que geralmente não costumam participar.

Eles formaram grupos (onde cada grupo elegia um representante), dividiram tarefas e criaram entre eles uma forma de comunicação e cooperação mútua, desenvolvendo suas próprias estratégias para chegar primeiro ao final da competição. Foi fácil observar que durante a aplicação do jogo, os conceitos que são facilmente compreendidos em sala de aula, a grande maioria dos alunos possuía domínio do mesmo.

Da mesma forma, também foi evidenciado que os conceitos normalmente mais

complexos, apresentaram uma melhor compreensão e mais próxima do ideal. Porém, foi perceptível que um conceito em específico ainda necessitava de uma melhor abordagem, é o caso da forma esférica terrestre, pois esse formato está relacionado com a estabilidade energética do sistema físico em formação.

Interessante notar que todos os alunos melhoraram a produtividade diante do jogo, até os alunos mais retraídos começaram a participar um pouco mais, bem como se mostraram mais empolgados com os conceitos físicos abordados durante a aplicação do produto educacional.

Um resultado prático disso é o crescente aumento dos discentes participando das aulas, diminuindo as ausências, conseqüentemente melhorando as notas parciais e as médias gerais. Portanto, além do aspecto cognitivo, levando o conhecimento prático-teórico até aos alunos de uma forma mais leve, lúdica, divertida e atrativa, o jogo de tabuleiro “A Terra não é Plana”, certamente, levará ao grupo de alunos uma maior interação entre eles.

Pode alcançar, ainda, um desenvolvimento, além de comportamental, por que não dizer emocional, já que se tomarmos como base os aspectos de interação, os alunos tendem a melhorar a relação com a sua própria turma, fazendo, por consequência, que o jogo, objeto da presente dissertação, alcance de forma potencializada, com bastante otimismo e sucesso, todos os objetivos almejados nos âmbitos pedagógico, comportamental, cognitivo e disciplinar.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F.. Gamification - como criar experiências de aprendizagem engajadoras. Um guia completo: do conceito à prática. 2ª ed. São Paulo: DVS, 2015.
- ARAÚJO, A.V.R.; SILVA, E.S.; JESUS, V.L.B. E OLIVEIRA, A.L.; Revista Brasileira De Ensino De Física 39, E2401. 2017.
- BACHELARD, G. A formação do espírito científico. 1ª ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília, 2002.
- BUSARELLO, R. I.; ULBRICHT, V. R.; FADEL, L. M. A gamificação e a sistemática de jogo: conceitos sobre a gamificação como recurso motivacional. FADEL, L. M. et al. (Org.). Gamificação na educação. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.
- BZUNECK, J.A. BORUCHOVITCH, E.; A Motivação do Aluno: contribuições da Psicologia Contemporânea. Petrópolis, Rio de Janeiro, Vozes, 2001.
- BZUNECK, J. A.. A motivação do aluno: aspectos Introdutórios. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Org.). A Motivação do aluno: Contribuições da Psicologia Contemporânea. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.
- CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A.; NASCIMENTO, T. B.. Resolução De Problemas No Ensino De Física Baseado Numa Abordagem Investigativa. Iv Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências. Bauru-São Paulo. 2003.
- DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. Thema, v. 14, n. 1, 2017.
- FARDO, M. L.. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. Renote – Novas Tecnologias na Educação, v. 11, nº 1, 2013.
- FARDO, M. L.. A gamificação como método: Estudo de elementos dos games aplicados em Processos de ensino e aprendizagem. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. 2013.
- FARIA, C. PDCA (Plan, do, check, action).Site InfoEscola: Navegando e Aprendendo. Florianópolis-SC. 2006. Disponível em: https://www.infoescola.com/administracao_/pdca-plan-do-check-action/. Acesso em: 15 de out de 2020.
- FREIRE, P.. Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa. 25ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GAMA,L. R., SILVA, M. R., e CRUZ, M. V., Gamificação: diálogos com a educação in Gamificação na educação / FADEL, L. M. Et tal. - São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.

- GIL, A. C.. Métodos e técnicas de pesquisa social. 2. Ed. São Paulo: LTC, 2016.
- HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J., Fundamentos de Física. Vol 01: Mecânica; Tradução Ronaldo Sérgio de Biase, 10 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- JAPIASSU, H. Nascimento e morte das ciências humanas. 6. ed. São Paulo: Francisco Alves, 1991
- KLOCK, A. C. T. et al. Análise das técnicas de gamificação em ambientes virtuais de aprendizagem. Cinted, v. 12, nº 2, dez. 2014.
- LURIA, A. R. Vygotskyi. In: VYGOTSKY, Lev.; e LEONTIEV, A. N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. Tradução Maria da Penha Villalobos. 9ª ed. São Paulo: Ícone, 2001.
- LIBÂNEO, J. C.. Didática. São Paulo: Cortez Editora, 1994.
- LORENZONI, M.. Site Geekie, 2011 Gamificação: o que é e como pode transformar a aprendizagem; Disponível em <https://site.geekie.com.br/blog/gamificacao/> Acesso em: 24 de jul. 2020.
- MOREIRA, M.A. O Que É Afinal Aprendizagem Significativa? Cuiabá: Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso. 2012
- PAPERT, S.. A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática. Trad. Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- RODRIGUES, C. A.; VALADARES, M.G.P. Princípios de aprendizagem de jogos eletrônicos: Gameficando a aula de línguas. Revista Horizontes de Linguística Aplicada, v. 12, p. 41-61, 2013. SANTOS, R.J. E SASAKI, D.G.G. ; Revista Brasileira de Ensino Física 37, E3506.2018.
- TIPLER, Paul A., Physics, Traduzido por Editora Guanabara 2 S.A., Rio de Janeiro, 1978.
- VIANNA, Y. et al. Gamification, Inc.: como reinventar empresas a partir de jogos. Rio de Janeiro: MJV, 2013.
- VYGOTSKY, L. S. O Papel do Brinquedo no Desenvolvimento. In: VYGOTSKI. A Formação Social da Mente. São Paulo: Ícone-Editora da Universidade de São Paulo, 1991
- VYGOTSKY, L.. Psicologia pedagógica. Tradução de Claudia Schilling. Porto Alegre: Artmed, 2003.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA**

DAVID HERMANN LUCENA MATOS

PRODUTO EDUCACIONAL:

A TERRA NÃO É PLANA.

**FORTALEZA
2021**

APRESENTAÇÃO

Nos últimos anos, professores de todo o mundo buscam por alternativas para melhorar o ensino e motivar uma maior participação e um melhor rendimento dos alunos nas aulas de física. Seguindo esta mesma linha e levando em consideração a experiência de mais de 20 anos como professor de física do ensino médio, resolvi dar a minha contribuição e desenvolvi o jogo “A Terra não é plana”.

Esse jogo tem como principal intuito a correlacionar os fenômenos naturais e fatos ocorridos no mundo com o formato do planeta Terra, mostrando que relação dos fenômenos naturais e de alguns fatos ocorridos na humanidade só é possível ocorrer considerando a Terra esférica.

“A Terra não é plana” é um jogo de tabuleiro (estilo trilha), onde alunos divididos em grupos percorrem um caminho cheio de casas com desafios, informações e curiosidades. Tem como finalidade tornar mais dinâmica e mais atraente a apresentação do conteúdo, onde os colegas de profissão poderão fazer uso do jogo buscando variar e dinamizar suas aulas.

Dessa forma, através da criação deste jogo deixo minha contribuição para os companheiros de profissão, bem como para os meus alunos, pois estes são a minha principal motivação para lecionar.

1 - INTRODUÇÃO

Atualmente, o discente tem o seu primeiro e direto contato com a disciplina de Física a partir do 1º ano do ensino médio na disciplina de Física, quando, no decorrer de todo o ano letivo, este aluno estuda assuntos relacionados a gravitação universal que está relacionada com o formato da Terra.

Ocorre que, rotineiramente, tem-se observado certa dificuldade na transição destes alunos do 9º ano para a 1ª série do ensino médio, pois apresentam dificuldades na compreensão teórico-prático-cotidiano na disciplina de Física.

Em razão disso, o professor de Física do ensino médio deve, por excelência, saber como lidar com as dificuldades de aprendizado enfrentadas por estes alunos recém-egressos do ensino fundamental II, tendo em vista haver uma necessidade de integração desta disciplina, a fim de inserir a melhor otimização da matéria no menor espaço de tempo, levando em conta o déficit de aprendizagem da etapa anterior.

Para tanto, sugere-se, na maioria das vezes, que um bom professor de Física seja versátil em sua didática, instigando o aluno das mais diversas formas a interagir a teoria da disciplina com a sua visibilidade/aplicação no dia a dia. O professor necessita de multi-ferramentas para melhor instrumentalizar o aprendizado desse aluno, que tem que se questionar sobre o que está aprendendo.

Em razão disso, fora criado o jogo de tabuleiro “A Terra não é plana”, que tem como finalidade apresentar aos alunos do ensino médio uma ferramenta atual atrelada ao recurso de gamificação, a fim de despertar um maior interesse em interagir com a disciplina. O jogo possui alguns recursos de curiosidades e interação aplicados ao conteúdo, bem como algumas recompensas, a fim de fazer com que o aluno se sinta desafiado, fazendo parte de um jogo divertido e interativo, acabando por alcançar um maior desempenho de aprendizagem sobre o que justifica o formato da Terra.

2 - DA SUGESTÃO DE METODOLOGIA PARA A REVISÃO, REFORÇO E AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS ALUNOS DO ENSINO DE FÍSICA A PARTIR DO JOGO DE TABULEIRO “A TERRA NÃO É PLANA”

O jogo de tabuleiro “A Terra não é Plana” tem por finalidade motivar e atrair o aluno para o estudo da disciplina de Física, utilizando algumas características da gamificação como forma de manter o entusiasmo e a concentração durante o período em que o jogo está sendo aplicado, buscando, ainda, despertar nele o gosto/interesse pela disciplina.

O jogo de tabuleiro “A Terra não é Plana” tem sua aplicação no ensino médio, mais precisamente no encerramento do primeiro bimestre do ano letivo, quando normalmente se está ministrando o conteúdo de Dinâmica, mais especificamente o assunto sobre gravitação universal.

O professor terá a opção de iniciar pelo jogo, após a aplicação do jogo, o professor pode ministrar a aula tradicional, e após a aula, pode retornar para o jogo. O problema é que essa forma de aplicação, e sugerida por mim, existe a necessidade de muito tempo investido, isso requer aulas, e as vezes o professor não tem esse tempo. O que prejudica muito a aplicação ideal do produto. Normalmente o professor ministra a aula teórica, pra depois fazer a aplicação, o que pode ser uma opção. Mas a forma de aplicação fica a critério de cada professor, mas o intuito do jogo será sempre atingido, fazer os alunos a pensarem de forma correta o real motivo da Terra ser uma geóide.

O professor sempre deve estar presente na condução e execução do jogo, precisa fazer observações e anotações sobre a aplicação, tendo em vista ser fundamental que todas (ou a maior parte) das informações mencionadas pelos alunos sejam comentadas, pois, neste momento, o aluno é o centro da aplicação.

Cada observação feita pelos alunos é de extrema importância, tendo em vista que um dos objetivos da aplicação do jogo é fazer com que ele se sinta parte fundamental da aula, e que suas observações são valorosas, mesmo que ele faça um comentário equivocado a respeito do conteúdo. Ou seja, o discente deve ser valorizado, buscando, assim, mantê-lo motivado a continuar interessado na aplicação.

Por assim dizer, podemos aduzir que a aprendizagem costuma ser facilitada quando o aluno quer aprender e se sente valorizado, ou seja, quando está motivado para tal, sentindo-se uma peça fundamental BZUNECK (2001).

De acordo com BZUNECK, (2009), a motivação do discente é considerada como de extrema importância para o êxito e a qualidade escolar. Assim, a motivação envolve todo o ambiente de estudo escolar.

No transcorrer da aplicação, o professor deve fazer suas observações e anotações sempre que necessário. É neste momento que o professor deverá verificar o quanto que o conteúdo foi bem absorvido pelos alunos, fazendo uma pequena avaliação dos conceitos que foram bem (ou não tão bem) captados, e ao mesmo tempo fazer a sua análise particular (autocrítica) sobre o que necessita melhorar em suas aulas.

Neste momento, acontece um processo de avaliação própria, em que o professor faz a sua auto avaliação, podendo refazer o seu planejamento e corrigir as falhas que possam ter ocorrido no planejamento inicial.

A forma escolhida para a aplicação do produto é baseada no método PDCA, que é conhecido também como “Ciclo de Deming”. O método PDCA é originalmente aplicado como ferramenta da gestão de qualidade, buscando extrair uma maior eficiência dos resultados onde o método é aplicado.

Segundo FARIA (2020), o PDCA foi criado dentro do gerenciamento da qualidade, e teve seu uso disseminado por todo o mundo.

Assim, o referido método consiste em P-“Plan”, planejar; D-“Do”, fazer, agir, executar; C-“Check” , verificar, checar ou avaliar; e A-“Action”, que vem no sentido de tomar uma ação, replanejar ou corrigir as ações que não foram acertadas.

Para justificar tais condições propostas no jogo “Física em Movimento”, faz-se necessário elucidar que o principal motivo para a elaboração deste jogo é o de que os alunos se sintam motivados a estudar a disciplina de Física.

Assim, mesmo que sejam inicialmente atraídos por bonificações (pontuação extra), incentivos nas notas costumam ser fortes estímulos para os alunos, já que, por diversas vezes, eles se mostram bem mais motivados quando são premiados, já que durante a aplicação do jogo o aluno só pode ganhar ou deixar de ganhar, pois ele não perde pontuação em nenhum momento do jogo.

Levando em conta que, em dados momentos, os alunos não demonstram interesse/motivação em participar das atividades, quando isso acontece, lançar mão de recompensas/premiações, com o objetivo de atrair a atenção e motivá-los para desempenhar as atividades solicitadas, tem se mostrado uma estratégia assertiva, se utilizada da forma mais adequada possível.

2.1.1 Finalidade Da Aplicação Do Produto Educacional

O jogo de tabuleiro “A Terra não é Plana” tem por finalidade motivar e atrair o alunos do ensino médio para o estudo do forma correta do formato do planeta Terra, utilizando algumas características da gamificação como forma de manter o entusiasmo e a concentração durante o período em que o jogo está sendo aplicado, buscando, ainda, despertar nele o gosto/interesse pela disciplina.

2.1.2 Período De Aplicação Do Produto Educacional

O jogo de tabuleiro “Física em Movimento” tem sua aplicação na primeira série do ensino médio, mais precisamente durante a metade e o encerramento do primeiro bimestre do ano letivo, quando normalmente se está ministrando o conteúdo de Cinemática, mais especificamente o assunto Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e/ou Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

2.1.3 Embasamento Necessário Para Aplicação Do Produto Educacional

A escolha da aplicação da forma de aplicação ficará a critério do professor, como sugerido anteriormente, podendo começar pelo jogo, ou pela aula tradicional. Após a aplicação o professor pode escolher a forma como pode avaliar os seus alunos após a aplicação do produto educacional proposto.

2.1.4 Aplicação Do Produto Educacional

O jogo de tabuleiro “A Terra não é Plana” tem a proposta de ser aplicado fazendo divisão de equipes, podendo ser como exemplo alunos contra alunas, gerando uma rivalidade saudável na sala de aula de competição que aborda conhecimento científico. Mas a divisão dos grupos e da quantidade deles, fica a critério do professor e da turma. Sendo sugerido no máximo 4 equipes.

2.1.5 O Transcorrer Da Aplicação Do Produto Educacional

A cada casa avançada pelo aluno há uma situação diferente: uma aplicação

teórica, uma informação atual ou um exercício para responder. Nessa hora, o professor precisa intervir sempre que for possível, uma vez que alguma pergunta pode ficar sem resposta. Cada observação/menção feita pelos alunos é de extrema importância, tendo em vista que um dos objetivos da aplicação do jogo é fazer com que eles se sintam parte fundamental da aula, e que suas observações são valorosas, mesmo que eles façam um comentário equivocado a respeito do conteúdo, ou seja, o discente deve ser valorizado, buscando, assim, mantê-lo motivado a continuar interessado na aplicação.

2.1.6 A avaliação dos resultados e a auto avaliação da aplicação do produto educacional

No transcorrer da aplicação, o professor deve fazer suas observações e anotações sempre que necessário. É neste momento que o professor deverá verificar o quanto que o conteúdo foi bem absorvido pelos alunos, fazendo uma pequena avaliação dos conceitos que foram bem (ou não tão bem) captados. Após estas observações, o professor fará o esboço do processo de reaplicação do produto e, posteriormente, ficando a cargo da sua realidade, a aplicação de uma avaliação escrita. Neste momento, também deve acontecer um processo de auto avaliação, onde se faz necessário corrigir as falhas que possam ter ocorrido no planejamento inicial, buscando sempre a melhoria no processo de aprendizagem dos estudantes.

3 - DOS ASSUNTOS ABORDADOS DO CONTEÚDO DE “DINÂMICA” NO JOGO “A TERRA NÃO É PLANA”.

A fim de trazer uma abordagem bem dinâmica e o mais completa possível, o jogo “A Terra não é Plana” contempla os seguintes assuntos do conteúdo de Cinemática:

- 01 – História e filosofia das ciências.
- 02 – Gravitação universal.
- 03 – Cinemática do movimento circular.
- 04 – Dinâmica do movimento circular.
- 05 – Leis de Kepler.

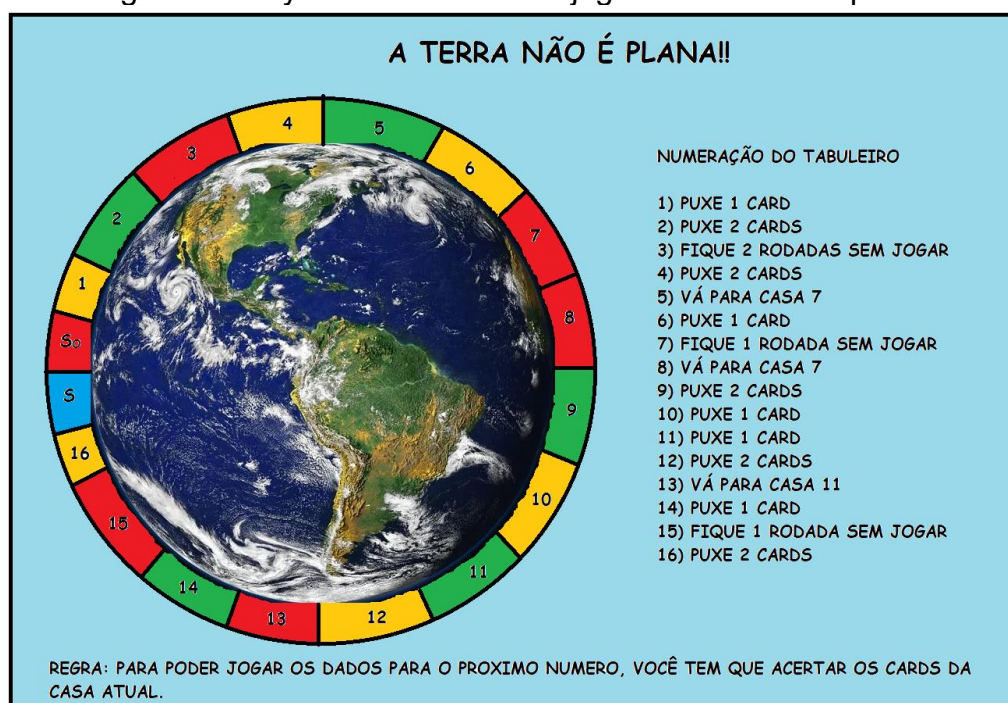
Diante deste panorama, percebe-se o quão completo, em termos de conteúdo, este jogo é, configurando-se como uma alternativa didática à apresentação do conteúdo

de Gravitação da disciplina de Física.

4 - OS ELEMENTOS UTILIZADOS COMO FORMA DE MOTIVAR E DESPERTAR O INTERESSE DO CONTEÚDO PELOS ALUNOS NO JOGO “A TERRA NÃO É PLANA”

A fim de trazer uma experiência estimulante e lúdica, para que o aluno sintasse-se mais atraído, afeiçoado e compreenda de maneira simplificada a disciplina de Física, o jogo “A Terra não é plana” possui diversos recursos de aprendizagem, com perguntas, desafios e curiosidades pertinentes ao conteúdo de Gravitação. Tudo isso por meio de uma competição saudável, com recursos visuais, tecnológicos e táteis que possibilitam, ainda, a aquisição de prêmios que, neste caso, materializam-se por pontos extras a serem creditados na prova ou na média da disciplina. Antes de adentrar às regras impostas no manual de instruções do jogo “A Terra não é plana”, vale apresentar, logo abaixo, o layout do tabuleiro, para uma visão geral do “caminho do jogo”:

Figura 1 – Layout do tabuleiro do jogo “A Terra não é plana”



Fonte: O Autor

Assim sendo, para viabilizar e organizar a interação e o aprendizado da disciplina de Física, foram criadas algumas regras para o jogo “A Terra não é plana”, que se elucidam logo abaixo, com a transcrição do respectivo manual.

5. MANUAL PRÁTICO DE INSTRUÇÕES: FÍSICA EM MOVIMENTO

Orientações aos alunos: Leia as instruções a seguir com atenção, seguindo-as corretamente para uma boa aplicação do jogo. Indicação: Alunos do ensino médio, ou qualquer pessoa que já tenha estudado sobre Gravitação. Contém: 04 (quatro) peões, 1 tabuleiro, 1 dado, 41 cartas com perguntas e curiosidades, lista de exercícios previamente elaborada pelo professor.

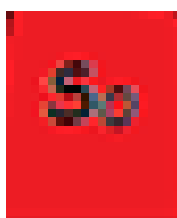
Figura 02 – Ilustração de pinos e dados para jogos de tabuleiro



Início do jogo: Para dar início ao jogo, divida a turma em 04 (quatro) equipes, compostas por um representante e os demais membros. Feita a divisão das equipes, o representante de cada equipe jogará o dado uma única vez para descobrir quem inicia o jogo. A equipe que o representante obtiver o maior número começa o jogo. Em caso de empate entre duas ou mais equipes, será permitido que as equipes repitam a jogada até que eles cheguem a um resultado final.

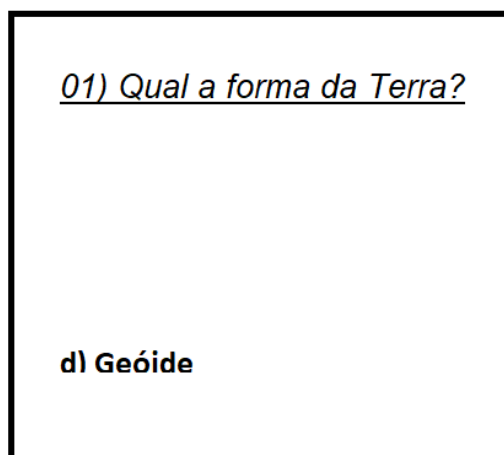
Casa início: Casa onde as equipes iniciam o jogo.

Figura 03 – Ilustração da casa “Início”



Fonte: O Autor

Figura 04 – Perguntas. Eis um exemplo das perguntas e respostas impressas no card.



Fonte: O Autor

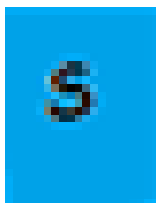
Figura 05 – Legenda do Tabuleiro



Fonte: O Autor

O Tabuleiro, autoexplicativo, mostra o que deve ser feito ao cair em cada casa numerada de 1 a 16. Os cards com as perguntas ficam disponíveis na lateral do tabuleiro.

Figura 12 – Ilustração da casa “Final”



Fonte: O Autor

Assim sendo, resta bem claro que os recursos visuais-didático-pedagógicos do jogo “A Terra não é plana” alcançam de maneira satisfatória a exploração de diversos recursos que visam motivar e aumentar a compreensão e o interesse do aluno. Ademais, as questões abordadas nos cards serão as seguintes:

01) Qual a forma da Terra?

- a) Plana
- b) Esférica
- c) Cilíndrica
- d) Geoide

Resposta – “d”

02) O que explica o fenômeno “sol da meia noite”, fenômeno particular dos polos terrestres?

Resposta – O fato da inclinação do planeta terra ser inclinado por volta de 23 graus em relação a vertical, e dependendo da época do ano, o polo norte terá sol à meia noite, e 6 meses após isso, será a o polo sul.

03) O que explica as variações das estações do ano?

Resposta – A diferencia de incidência solar ao longo do ano, em cada região da Terra.

04) Qual a origem do sistema solar?

Resposta – a teoria do Big bang.

05) O que explica a forma da Terra no processo de formação do sistema solar?

Resposta – após o Bing Bang, muitos aglomerados de matéria e energia ficaram distribuídos no espaço. Quando um aglomerado de matéria se encontra junto, e sem forma definida, ela se junta de forma a possuir a maior estabilidade possível. E a forma mais estável possível de um aglomerado de matéria “fluida”, é o formato esférico. É como a formação de bolhas de sabão.

06) O que é um epíclito?

Resposta – órbita circular que se julgava descrita por um planeta, enquanto o centro dessa órbita descrevia outra, igualmente circular, ao redor da Terra.

07) O que justifica os polos serem mais frios que o equador?

Resposta – A intensidade de radiação solar, devido ao formato esférico da Terra.

08) As estrelas podem ajudar a desvendar no formato real do planeta?

Resposta – Sim, pois algumas são vistas apenas alguns lugares da Terra. É o exemplo da constelação do cruzeiro do sul, pois o mesmo só tem esse nome, pois só pode ser visto do hemisfério sul, devido à localização da constelação se mantendo sempre do lado sul.

09) O que justifica o fato de um barco sumir no horizonte para um observador que o acompanha de binóculos quanto ele se afasta da costa terrestre?

Resposta – Pois o barco vai adentrando na curvatura terrestre.

10) O que justifica a diferença entre a aceleração da gravidade nos polos e na linha

do equador?

Resposta – O achatamento dos pólos terrestres.

11) Cite duas hipóteses que prova que a Terra não é plana?

Resposta – Livre

12) Explique como ocorre o eclipse solar?

Resposta – é quando a Terra fica entre o sol e a lua, e a lua passa a ficar sendo coberta pela sombra da Terra, gerada pela iluminação do Sol.

13) Explique como ocorre o eclipse lunar?

Resposta – É quando a lua fica entre o Sol e a Terra, fazendo com que a sombra da lua se projete sobre a Terra, impedindo de forma total ou parcial a visibilidade do Sol, para quem está na Terra.

14) O que é o geocentrismo?

Resposta – Foi um modelo planetário criado, em que se considerava que a Terra era o centro do universo, e os demais astros do sistema solar, orbitavam em torno dela, inclusive o Sol.

15) O que é o Heliocentrismo?

Resposta – Foi um modelo planetário criado, em que se considerava que se considera a Terra, e os demais astros do sistema solar, orbitando em torno do Sol.

16) Cite evidências dos furos do geocentrismo?

Resposta – A não regularidade dos epiciclos de alguns astros em torno da Terra.

17) Para refletir!!

Se a Terra fosse plana, não deveríamos ver o sol 24 horas por dia?

Puxe outro card.

18) Para refletir!!

Se a Terra fosse plana, o que explicaria a dinâmica do movimento solar?

Puxe outro card.

19) Explique a dinâmica do movimento terrestre em relação ao sol?

Resposta – Ela se movimenta em uma órbita elíptica em torno do sol, onde é a mesma é quase circular, sendo mantida nessa orbita devido a força de atração gravitacional, podendo ser considerada como força centrípeta.

20) Em que lua acontece o eclipse solar?

Resposta – Lua nova

21) O movimento da Terra em relação ao sol é uniforme ou variado?

Resposta – Considerado a orbita terrestre elíptica ou circular, em ambos os casos o planeta apresenta movimento variado.

22) Qual a diferença entre aceleração centrípeta e tangencial?

Resposta – A centrípeta muda a direção e o sentido da velocidade, a tangencial muda o módulo da mesma.

23) Qual a órbita da terra em relação ao sol?

Resposta – Elíptica, mas é quase circular.

24) O que diz a lei das áreas?

Resposta – A reta imaginária que une o planeta ao sol, “varre” áreas iguais em tempos iguais.

25) O que trata a lei dos períodos?

Resposta – O T^2 dividido pelo R^3 de qualquer astro em torno do sol, sempre dará uma constante K.

26) O que diz a 1ª de Kepler?

Resposta – Que os planetas giram ao redor do Sol em órbitas elípticas, e o Sol ocupa um dos focos da elipse.

27) Qual o ponto da órbita de um planeta que fica mais afastado do sol?

Resposta – Afélio.

28) Em que ponto da órbita de um planeta ele possui maior velocidade??

Resposta – Periélio.

29) Curiosidade!!

Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.) explicou que as fases da Lua dependem de quanto da parte da face da Lua iluminada pelo Sol está volta da para a Terra.

Puxe outro card!

30) Curiosidade!!

Ptolomeu (85 d.C. - 165 d.C.) (Claudius Ptolemaeus) foi o último astrônomo importante da antiguidade.

Puxe outro card!

31) Curiosidade!!

Ptolomeu chega a conclusão, partindo de fatos observáveis, que o céu e a Terra são esféricos, estando esta imóvel no centro geométrico do céu!!

Puxe outro card.

32) Curiosidade!

Nicolau Copérnico (1473 – 1543), considerado o fundador da astronomia moderna, nasceu na Polônia e desenvolveu conhecimentos nos campos da matemática, geografia e astronomia. Sua teoria heliocêntrica afirmava que a Terra e os demais planetas se moviam ao redor de um ponto vizinho ao Sol, sendo, este, o verdadeiro centro do Sistema Solar.

Puxe outro card!

33) Curiosidade!!

Tycho Brahe (1546 – 1601) Tycho continuou o trabalho iniciado por Copérnico,

foi acolhido pelos sábios ocidentais com alguma relutância. Estudou detalhadamente as fases da lua e compilou muitos dados que serviriam mais tarde a Johannes Kepler para descobrir uma harmonia celestial existente no movimento dos planetas, padrão esse conhecido como leis de Kepler.

Puxe outro card!

34) curiosidade!

1600 d.C.: Galileu Galilei realizou experimentos de queda dos corpos e chegou muito próximo do conceito moderno de inércia, contrariando as ideias vigentes sobre o movimento dos astros.

Puxe outro card!

35) Quem é considerado o pai da ciência moderna?

Resposta – Galileu Galilei

36) curiosidade!

1610 d.C.: Johannes Kepler desenvolveu as três leis dos movimentos planetários (Lei das órbitas, Lei das áreas e Lei dos períodos) utilizando os dados astronômicos obtidos por Tycho Brahe.

Puxe outro card.

37) Quem formulou a lei da gravitação universal?

Resposta – Isaac Newton

38) Quem foi o primeiro astronauta a pisar na lua? O que ele disse quando pisou lá?

Resposta – Neil Armstrong. “Um pequeno passo para o homem, um salto

gigantesco para humanidade.

39) Qual a contribuição de Eratóstenes para o estudo do formato da Terra?

Resposta – Estimou o raio terrestre.

40) Quem foi Fernão de Magalhães?

Resposta – Foi um navegador português, que realizou a viagem de circunavegação através dos oceanos.

41) O que explica o fato do alinhamento do sol, com os nossos olhos, ao olharmos para o horizonte quando ele nasce e se põe?

Resposta – A existência do movimento de da terra em relação ao sol.

Observação: O professor deverá elaborar, previamente, uma lista de exercícios, para servir de desafio para os alunos.

ANEXO A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

- 1) Você sabe o que é Geocentrismo?
 - a) Sim
 - b) Não

- 2) Você sabe o que é Heliocentrismo?
 - a) Sim
 - b) Não

- 3) Você acredita que o planeta Terra está estático no sistema solar?
 - a) Sim
 - b) Não

- 4) Você acredita que o planeta Terra possui movimento no sistema solar?
 - a) Sim
 - b) Não

- 5) Quando você faz uma bolha de sabão, você entende o porquê da bolha ser esférica? Não ser algo plano ou cilíndrico.
 - a) Sim
 - b) Não

- 6) A forma como você entende o processo de origem do sistema solar, justifica o formato que você tem do nosso planeta?
 - a) Sim
 - b) Não

- 7) Se você acredita em satélite, você sabe como eles se mantêm no espaço?
 - a) Não acredito em satélite.
 - b) Acredito em satélite e sei como eles se mantêm em órbita.
 - c) Acredito em satélite e não sei como eles se mantêm em órbita.

- 8) Você sabe o que é um epiciclo?
 - a) Sim
 - b) Não

- 9) Você sabe diferenciar o “dia sinódico” do “dia sideral”? Ou nunca ouviu falar?
 - a) Já ouvi falar e sei diferenciar um do outro.
 - b) Já ouvi falar, mas não sei diferenciar um do outro.
 - c) Nunca ouvi falar.

- 10) Você já ouviu falar em Paralaxe? Sabe o que ela significa?
 - a) Já ouvi falar, e sei o que significa.
 - b) já ouvi falar, mas não sei o que significa.
 - c) nunca ouvi falar.

- 11) Você sabe o que explica as mudanças das estações no planeta Terra?
 - a) Sim

b) Não

12) Você sabe o que explica as mudanças das fases da lua?

- a) Sim
- b) Não

13) Você já ouviu falar que o dia em mercúrio é mais longo do que o ano em mercúrio? Entende a razão disso?

- a) Já ouvi falar, e sei o porquê disso.
- b) já ouvi falar, mas não sei o porquê disso.
- c) nunca ouvi falar.

14) Você sabe o que é aurora boreal? Entende o porquê da existência dela?

- a) Já ouvi falar, e sei como ela funciona.
- b) já ouvi falar, mas não sei como ela funciona.
- c) nunca ouvi falar.

15) Que forma você acredita que o planeta Terra tenha?

- a) Plana.
- b) Esférica.
- c) Cilíndrica.
- d) Algo diferente das opções anteriores.

16) A forma que você acredita que seja o planeta Terra, justifica os fenômenos naturais que ocorrem na natureza, como eclipse, fases da lua, etc?

- a) Sim
- b) Não

17) Você acredita na Teoria do Big Bang?

- a) Sim
- b) Não

ANEXO B – FEEDBACK DO JOGO TESTE COM A IMPRESSÃO DOS ALUNOS QUE PARTICIPARAM DA TESTAGEM

- NÃO GOSTEI, O JOGO AFRONTA A BIBLIA E O BOM SENSO
- NÃO MOSTRA OS DOIS LADOS, BOTA SOMENTE IDEIAS DA TERRA NA VISÃO DOS GLOBALOIDES

➤ Eu adoro, e sempre levo uma aula onde todo mundo participa e se diverte, jogo de cotidiano das aulas de dia a dia, fica mais interessante aprender assim.

Jogo divertido com uma dinâmica em grupo bem forte e com uma gama de informação gigante

Jogo bem divertido e didático

É um jogo eficiente, ajuda a melhorar o aprendizado e se torna interessante trazendo uma forma divertida de aprender em grupo.

O jogo é bem elaborado e as perguntas são interessantes, a proposta em si é muito inteligente, pois infelizmente vivemos em tempos de negacionismo a ciência, e precisamos de atividades desse tipo para sanar possíveis dúvidas e disseminar conhecimento científico. Em contraponto, achei o design do jogo em si, muito minimalista. Em geral, o jogo cumpre sua proposta e é bastante intuitivo, gostei.

- Achei o jogo ótimo, algo simples, mas explica muito bem perguntas que são feitas diariamente.
- Passa informações confiáveis, diferentes dessas que se tem na internet.
- Com esse jogo, se torna mais fácil compreender certas ideias.
- Ajuda a explicar o nosso conhecimento sobre o universo.

O JOGO É EXCEPCIONAL, IRA FAZER COM QUE
 AS PESSOAS INCOMPREENSÍVEIS POSSAM COMPREENDER
 MAIS SOBRE O TABULEIRO E TER A CERTeza DE QUE
 NO MUNDO EM QUE VIVEMOS NÃO É PLANO!

Como futura professora, enxergo uma grande necessidade de implementar jogos ao ensino das exatas, por isso acho promissor um tabuleiro como esse nas salas de física.