

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA INSTITUTO DE
CIÊNCIAS EXATAS MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM
ENSINO DE FÍSICA**

JULIO CESAR DE CARVALHO STOCO

**PIRATE DISCOVERY: O ENSINO DE ASTRONOMIA ATRAVÉS DE
DISPOSITIVOS ANDROID**

Juiz de Fora

2022

JULIO CESAR DE CARVALHO STOCO

**PIRATE DISCOVERY: O ENSINO DE ASTRONOMIA ATRAVÉS DE
DISPOSITIVOS ANDROID.**

Dissertação apresentada ao Polo 24 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora / Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na escola Básica.

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Matheus Valle

Juiz de Fora
2022

A ficha catalográfica deve ser impressa na parte inferior, no verso da folha de rosto. Para gerar a Ficha Catalográfica clique no link abaixo. Esta ficha só deve ser gerada quando a versão final da dissertação estiver pronta.

<http://www.ufjf.br/biblioteca/servicos/usando-a-ficha-catalografica/>

JULIO CESAR DE CARVALHO STOCO

**PIRATE DISCOVERY: O ENSINO DE ASTRONOMIA ATRAVÉS DE
DISPOSITIVOS ANDROID.**

Dissertação apresentada ao Polo 24 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora / Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na Escola Básica.

Aprovada em 30 de março de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Luiz Matheus Valle – Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. José Abdalla Helayel Neto – Examinador 1 Centro
Brasileiro de Pesquisas Físicas

Prof. Dr. Cláudio Henrique da Silva Teixeira – Examinador 2
CAP João XXIII (UFJF)

https://sei.ufjf.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=1358291&infra_sistema=1... 1/2 16/05/2023, 16:13 SEI/UFJF - 1211351 - PROPP 01.5: Termo de Aprovação



Documento assinado eletronicamente por **José Abdalla Helayel Neto, Usuário Externo**, em 25/04/2023, às 19:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jose Luiz Matheus Valle, Professor(a)**, em 26/04/2023, às 11:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Claudio Henrique da Silva Teixeira, Professor(a)**, em 27/04/2023, às 13:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-U f (www2.uf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1211351** e o código CRC **E2E5CCD8**.

Dedico este trabalho aos meus pais e minha amada que estiveram ao meu lado durante toda a jornada deste curso e que por muitas vezes foram a grande motivação por trás da minha dedicação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai por ser uma rocha firme onde sempre pude buscar apoio e minha mãe, por ter uma fé inabalável na minha capacidade em concluir este trabalho.

A Andressa, que por mais amor que dedica a mim, por vezes teve que agir de forma firme e enérgica para que nos momentos de dificuldades eu pudesse me recompor, voltar aos trilhos e me concentrar neste projeto.

Ao meu orientador José Luiz, cujo conhecimento e experiência foram cruciais para nortear-me, transformando um emaranhado de ideias primitivas e superficiais em um produto final palpável.

A minha rede de amigos tanto da graduação como do mestrado que com muitos diálogos, trocas de ideias e pontos de vistas fomentaram em mim um enriquecimento cultural além de tornarem os anos dedicados ao aprendizado de física mais prazerosos.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

RESUMO

Este trabalho apresenta um aplicativo para dispositivos android junto a uma sequência de ensino para aprendizagem de Astronomia no Ensino Médio, com o objetivo de fomentar nos alunos uma curiosidade indagadora e crítica fazendo com que estes tenham uma maior proximidade com as aulas de Física. Dentre a ampla gama de conteúdo disposto na disciplina, para a sequência de ensino iremos abordar a aprendizagem de Astronomia através do problema da orientação e navegação. A partir do tema selecionado foi possível a construção de um jogo para celular que desafia os estudantes a usarem conhecimentos de Astronomia para determinar a direção de navegação de uma embarcação. Tendo como fundamentação conceitos da filosofia de Paulo Freire como aprendizagem crítica, a importância do conhecimento cultural prévio dos estudantes e como estes interpretam o mundo ao seu redor, além da visão de Freire que a aprendizagem se dá através da interação dos indivíduos entre si mediados pelo mundo que os cerca. Para atingir esse objetivo, o conteúdo da sequência foi disposto dentro de um jogo, trazendo assim o uso do celular para aula criando a ponte entre a astronomia e o cotidiano do aluno. Outro ponto relevante para o uso de jogos e tecnologia é que os adolescentes já estão habituados a trabalhar de forma cooperativa pra vencer os desafios presentes, além disso, a tecnologia empregada é capaz de armazenar os dados de jogo e fornecer uma estatística possibilitando a avaliação indireta do jogador. Acreditamos que este trabalho possa contribuir com o ensino de Física por cultivar o interesse e curiosidade dos estudantes transformando a tarefa árdua dos professores em algo leve e agradável.

Palavras – chave: Ensino de Física por Astronomia, jogos, TIC's (tecnologias de informação e comunicação).

ABSTRACT

This work presents an application for android devices along with a teaching sequence for learning Astronomy in High School, with the aim of fostering in students an inquiring and critical curiosity, making them have a greater proximity to Physics classes. Among the wide range of content available in the discipline, for the teaching sequence we will approach the learning of Astronomy through the problem of orientation and navigation. From the selected theme, it was possible to build a mobile game that challenges students to use knowledge of Astronomy to determine the navigation direction of a ship. Based on concepts of Paulo Freire's philosophy such as critical learning, the importance of student's prior cultural knowledge and how they interpret the world around them, in addition to Freire's view that learning takes place through the interaction of individuals with others mediated by the world around. To achieve this goal, the content of teaching sequence was arranged within a game, this bringing the use of cell phones to the classroom, creating a bridge between Astronomy and the student's daily life. Another relevant point for the use of games and technology is that teenagers are already used to working cooperatively to overcome present challenges, in addition, the technology used is capable of storing game data and providing statistics enabling indirect evaluation of the player. We believe that this work can contribute to the teaching of Physics by cultivating students' interest and curiosity, transforming the arduous task of teachers into something light and pleasant.

Keywords: Teaching Physics through Astronomy, games, ITC's (information and communication technologies).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Calendário de Conta Longa (Calendário Maia).	15
Figura 2 – Pirâmides de Gizé.	16
Figura 3 – Tales (filósofo, matemático e astrônomo).	17
Figura 4 – Pitágoras (filósofo e pensador grego).	18
Figura 5 – Sistema Astronômico Pitagórico.	19
Figura 6 – Aristóteles.	19
Figura 7 – Aristarco de Samos.	20

Figura 8 – Esquema para medição diâmetro da Lua.	21
Figura 9 – Cálculo de Aristarco.	22
Figura 10 – Erastótenes	22
Figura 11 – Reconstrução do mapa mundial de Eratóstenes.	23
Figura 12 – Esquema para determinar raio da Terra.	24
Figura 13 – Nicolau Copérnico.	25
Figura 14 – Galileu Galilei.	27
Figura 15 – Fases do planeta Vênus.	28
Figura 16 – Johannes Kepler.	29
Figura 17 – Pontos cardeais.	31
Figura 18 – Rosa dos ventos (evolução).	32
Figura 19 – Bússola chinesa.	33
Figura 20 – Código QR do jogo	42
Figura 21 – Mensagem de leitura.	43
Figura 22 – Opções de APP.	43
Figura 23 – Download do jogo a partir do drive.	44
Figura 24 – Alerta de Download para arquivo desconhecido.	44
Figura 25 – Alerta de download.	45
Figura 26 – Confirmação de instalação.	45
Figura 27 – QR Code para aplicativo do professor.	46
Figura 28 – Tela inicial do jogo.	47
Figura 29 – Tela de cadastro de jogo.	48
Figura 30 – Tela de login no aplicativo do professor.	49
Figura 31 – Tela de cadastro app do professor.	49
Figura 32 – Tela para obtenção de dados app professor.	50
Figura 33 – Tela de seleção de fases.	52
Figura 34 – Captura de tela da fase 1.	52
Figura 35 – Introdução vídeo do experimento	53
Figura 36 – Exemplo de Rosa dos Ventos.	54
Figura 37 – Tela de acesso da Fase 02.....	56
Figura 38 – Captura de tela Fase 02.	56
Figura 39 – Experimento Movimento Solar (gnômon).	57
Figura 40 – Experimento gnômon (linha Oeste–Leste).	58
Figura 41 – Tela de login Fase 03.	60

Figura 42 – Captura de tela Fase 03.	61
Figura 43 – Vídeo do experimento da Fase 03.	62
Figura 44 – Tela de login da fase 04.	64
Figura 45 – Mapa de navegação da fase 04.	65
Figura 46 – Atividade prática 01.	69
Figura 47 – Material experimento bússola.	72
Figura 48 – Captura de tela aplicativo professor.	77

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO	13
2.2 ASTRONOMIA NAS CIVILIZAÇÕES ANTIGAS	14
2.3 CIVILIZAÇÕES GREGAS	16
2.3.1 Tales de Mileto	16
2.3.2 Pitágoras de Samos.	17
2.3.3 Aristóteles de Estagira.	19
2.3.4 Aristarco de Samos	20
2.3.5 Erastóstenes de Cirene	22
2.4 ESTABELECIMENTO DO SISTEMA SOLAR.	24
2.4.1 Nicolau Copérnico.	25
2.4.2 Galileu Galilei.	26
2.4.3 Johannes Kepler.	28
2.5 PARÂMETROS BÁSICOS DA NAVEGAÇÃO.	30
2.5.1 Pontos cardeais.....	30
2.5.2 Rosa dos ventos.....	31
2.5.3 Bússola.	32
2.6 A FILOSOFIA DE PAULO FREIRE.	34
2.6.1 Breve biografia de Paulo Freire	34
2.6.2 Educação Libertadora	36
2.6.3 Ensino Crítico	36
2.6.4 Respeito aos saberes dos educandos	37
3 SEQUÊNCIA DE ENSINO.	39
3.1 METODOLOGIA DA SEQUÊNCIA	39
3.2 ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA	40

3.2.1 Aula 01	40
3.2.2 Aula 02: Rosa dos Ventos	50
3.2.3 Aula 03: Usando o Sol como guia.....	54
3.2.4 Aula 04: Observando as estrelas	58
3.2.5 Aula 05: Navegando na prática	62
4 RESULTADOS DA APLICAÇÃO	66
4.1 DESCRIÇÃO DOS RELATOS DAS AULAS	66
4.1.1 Aula 01	66
4.1.2 Aula 02	68
4.1.3 Aula 03	70
4.1.4 Aula 04	71
4.1.5 Aula 05	73
4.2 RESPOSTAS OBTIDAS DOS FORMULÁRIOS	74
4.2.1 Questão 01 (objetiva):	74
4.2.2 Questão 02 (objetiva):	75
4.2.3 Questão 03 (objetiva)	75
4.2.4 Questão 04 (objetiva)	75
4.2.5 Questão 05 (objetiva):	76
4.2.6 Questão 06 (discursiva):	76
4.2.7 Questão 07 (discursiva):	76
4.3 RESPOSTAS OBTIDAS NA ESTATÍSTICA DE JOGO	77
5 CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS	82
82 Apêndice A – Roda de conversa	
85 Apêndice B – Ficha guia da Aula 01	
86 Apêndice C – Ficha guia da Aula 02	
88 Apêndice E – Ficha guia da Aula 04	
90 Apêndice F – Ficha guia da Aula 05	
91	
Apêndice G – Estatística formulário final.....	92

1 INTRODUÇÃO

Quando olhamos para o Ensino Médio nas redes de ensino público, nos deparamos com várias dificuldades, dentre elas destacamos a evasão escolar e o fracasso em propiciar um ensino crítico, reflexivo ou indagador. Segundo Wander Silva tendo como base um estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas em 2009, o nível de abandono escolar entre estudantes dos 15 aos 17 anos, chega a quase 18%. De acordo com a mesma pesquisa, a principal motivação para a evasão é o desinteresse dos estudantes.

Dentre os principais motivos encontrados para tal evasão escolar, destacam-se: a) trabalho (27,09%), b) falta de acesso (10,89%) e c) desinteresse (40,29%). Portanto, de acordo com os dados dessa investigação, apesar de podermos fazer considerações sobre a imprecisão das perguntas apresentadas aos respondentes para indicar a causa do abandono no ensino médio, a desorientação e o desinteresse destacam-se como os principais motivos para a evasão, seguidos pela busca e pela necessidade de emprego, não conciliável com tempo para o estudo (SILVA, 2016).

Com relação aos alunos que continuam frequentes, acabam por serem expostos ao ensino baseado no método tradicional onde temos a adoção de uma relação hierárquica aluno – professor cujo conhecimento é transmitido ao estudante pelo docente que detém todo o saber. Tal tipo de postura além de não contribuir para a formação de um estudante crítico e indagador, ainda pode tornar as aulas desinteressantes para estes pois, neste tipo de abordagem ao contrário da filosofia pregada por Paulo Freire, não leva em consideração a realidade cultural e o conhecimento prévio dos alunos “ao professor ou, mais amplamente, à escola, o dever de não só respeitar os saberes com que os educandos chegam a ela – saberes socialmente construídos na prática comunitária” (FREIRE, 1996).

Com o objetivo de minimizar ou sanar os problemas relacionados ao ensino no Ensino Médio da Rede Estadual, desenvolvemos uma sequência de ensino que conta com um jogo capaz de ser usado em aparelhos celulares. A Astronomia foi o eixo temático escolhido como conteúdo desta sequência, sendo a orientação e navegação, através da determinação direcional dos pontos cardeais, utilizadas como situação problema.

A escolha em utilizar as TCI's visa promover a aproximação do conteúdo ministrado com o cotidiano do estudante. A geração atual dos alunos em idade

escolar, experimenta o uso massivo de tecnologias de comunicação, sendo que boa parte da interação social destes jovens é mediada por tais tecnologias. A relação entre o uso da internet pelo docente e a aprendizagem do aluno é positiva, já a pesquisa do Comitê Gestor da Internet no Brasil afirma que 96% dos professores da rede pública de ensino usam a internet de alguma forma para apoiar seu trabalho (PASSERO; ENGSTER; DAZZI, 2016).

Com o emprego das tecnologias da informação e comunicação temos a possibilidade de avaliarmos os estudantes qualitativamente de maneira informal através do registro de áudio dos diálogos gerados durante as aulas. Para uma avaliação quantitativa foi desenvolvido um segundo aplicativo que permite ao professor acessar os dados dos jogadores permitindo gerar uma estatística de acertos e erros nos desafios propostos. As TIC's, exploradas de forma correta, permitem assim criar uma ponte entre professor e aluno, por compartilharem algo que faz parte do cotidiano social de ambos.

Apoiado no conceito de que o ensino ocorre através da interação dos indivíduos entre si mediados pelo mundo a sua volta (FREIRE, 1996), este trabalho propõe que os alunos se organizem em grupos para que dialoguem entre si e com outros grupos, além de jogarem o aplicativo desenvolvido de forma cooperativa. Tal conceito também é fundamental para a escolha do conteúdo, pois ao final da participação destes estudantes no projeto, espera-se que tenham adquirido a habilidade de identificar a direção dos pontos cardeais e até mesmo localizar a constelação do Cruzeiro do Sul no céu noturno em seu ambiente local.

O conteúdo de Astronomia é vasto, porém pouco utilizado aparecendo de forma esporádica em alguns tópicos presentes dentro da disciplina de Física. Ao olhar para o PCN do ensino médio é possível notar que o eixo que trata da disciplina contém unidades temáticas amplas que podem ser exploradas de diversas formas não só pela Física, mas por todas as disciplinas componentes das Ciências da Natureza. No que se refere a quantidade de conteúdo, potencial de interdisciplinaridade ou tecnologia e inovação, seria possível inserir a Astronomia como disciplina curricular no Ensino Médio (DIAS; SANTA RITA, 2008).

A Astronomia é um ramo que tem potencial para despertar grande interesse nos estudantes, temos lançamentos de foguetes numa frequência quase quinzenal, sendo transmitidos ao vivo pela internet. Estes lançamentos tem variadas aplicações

que vão do envio de sondas a outros planetas, posicionamento em órbita de telescópios e satélites espaciais cada vez mais potentes e sofisticados ou abastecimento de suprimentos para estações espaciais. A dinâmica com que essas informações digitais surgem convergem com a velocidade com que a geração escolar atual consome conteúdos através de suas mídias.

Ainda pensando no cotidiano do aluno, os experimentos práticos presentes no projeto também utilizam as TIC's através da presença de vídeos de auxílio para o estudante executar tal atividade e realizar a comparação do que foi exposto de forma teórica através do jogo. Esta comparação visa propiciar no aluno a indagação e por fim, fazer com que este possa formar suas próprias conclusões promovendo a formação de um indivíduo crítico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO

Ao mergulhar dentro do conteúdo completo da disciplina de Física contemplado nos 3 anos do Ensino Médio ou até mesmo abrangendo o ensino de ciências no ciclo básico, a Astronomia se mostra presente em 3 momentos distintos: estrutura e componentes do sistema solar no ensino básico; Lei da Gravitação Universal de Newton e Leis de Kepler no 1º ano do ensino e pôr fim a Teoria Geral da Relatividade e Einstein ao fim do 3º ano do ensino médio.

O PCN que norteia o conteúdo a ser ministrado em Ciências da Natureza na área de Física conta com o tema estruturador Universo, Terra e Vida, que se subdivide em 3 unidades temáticas (Terra e sistema solar, O universo e sua origem e Compreensão humana do Universo). Mesmo sem mencionar as diversas competências do ensino fundamental quem integram o ramo da astronomia já é possível notar a vastidão do conteúdo o que leva os autores Dias e Santa Rita (2008) defenderem a criação de uma disciplina específica de astronomia para o Ensino Médio.

A grande área de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias encontram-se divididas no ensino médio em quatro áreas do conhecimento, são elas: Física, Química, Biologia e Matemática. Praticamente todas as áreas de conhecimento de Astronomia, estão inseridas na área de Física. O professor de Física da rede pública de ensino se vê incapacitado para trabalhar tantos conteúdos com apenas duas aulas por semana, sabendo que a Física também trata de outros assuntos, não ligados à Astronomia, que também são de alta relevância para o aluno do ensino médio. (DIAS e SANTA RITA, n. 6, p. 55-65, 2008)

A abordagem vigente deste ramo da ciência no ensino básico brasileiro se mostra muito deficitária, dentre as várias lacunas provocadas por tal abordagem destaca-se o distanciamento entre o saber escolar e o saber científico. O sistema educacional está cimentado sobre um conjunto de leis e regras que normalizam e conduzem a educação de forma alinhada as políticas governamentais (DA SILVA, 2019).

Apesar das adversidades expressadas, o estudo da Astronomia tem um elevado potencial de atrair o interesse dos estudantes. A ciência em questão conta com pesquisas científicas de ponta onde periodicamente surgem novas revelações propiciadas pelo avanço tecnológico. Vivenciamos um período histórico onde a

geração de alunos em idade escolar são, em sua grande maioria nativos digitais imersos numa grande gama de informações.

Neste ambiente rotineiramente vem a público notícias sobre lançamentos de foguetes em direção a diversos astros presentes no sistema solar, sendo que tais lançamentos são transmitidos por vezes em tempo real, também temos a implementação de telescópios cada vez mais modernos e potentes com capacidade de enxergar distâncias maiores e com mais nitidez, como exemplo temos as fotos do telescópio espacial James Webb divulgadas em 2022 com grande impacto e cobertura das mídias porém, a grade curricular de ensino não contempla estes conteúdos. A inserção desta área aliada com a inovação tecnológica poderia refletir num aumento do interesse dos estudantes e por consequência diminuir a evasão escolar.

2.2 ASTRONOMIA NAS CIVILIZAÇÕES ANTIGAS

A história da astronomia se mescla com a da humanidade, algumas civilizações da antiguidade associavam os astros que avistavam no céu a deuses e divindades. Em algum momento da história humana, nossos ancestrais deixaram de ser em sua predominância tribos nômades e passaram a formar assentamentos e tal feito só se tornou viável devido ao implemento da agricultura.

Com a implementação do plantio e colheita, uma consequência natural para tentar prever as situações e mudanças nas condições climáticas e estimar a melhor data para executar cada etapa da agricultura, algumas civilizações antigas tentaram estabelecer algum tipo de conexão entre as observações astronômicas com fenômenos climáticos como chuva, seca ou alagamento.

Todos os grandes povos da Mesoamérica sentiram-se poderosamente fascinados pelo mistério do cosmo: a recorrência cíclica e previsível dos fenômenos celestes, o ritmo infatigável das estações e a influência destas nas diversas fases da cultura do milho; o próprio ciclo da vida e da morte, do dia e da noite em sua alternância inexorável, mas necessária. (GENDROP, 1987, p. 24)

A tentativa de medir o tempo data do período Paleolítico, e sempre foi uma tarefa alinhada com a astronomia e os movimentos dos corpos celestes componentes do sistema solar. Os intervalos de tempos diários foram estabelecidos através da presença e ausência da luz solar, já com a observação das diferentes fases da Lua, foi possível estabelecer medição de intervalos mais longos posteriormente nomeados

de meses, visto que o ciclo lunar tem duração de 28 dias. Já o período anual foi relacionado inicialmente de acordo com as estações.

Figura 1 – Calendário de Conta Longa (Calendário Maia).



Fonte: (SANTANA, 2022)

Certas civilizações antigas, além de praticarem esforços significativos na elaboração de calendários e tentativas de mensurar o tempo através das observações astronômicas, também usaram a astronomia como inspiração na sua arquitetura quer seja na disposição de cada edificação de um complexo ou no alinhamento de portas e janelas, este tema é abordado na área de estudo denominada arqueoastronomia.

Um exemplo interessante desta aplicação é visto no complexo de pirâmides de Gizé, as 3 estruturas têm os quatro lados da base quadrada alinhadas quase de forma perfeita com a direção dos pontos cardeais (norte, sul, leste e oeste). Ainda hoje não há um consenso sobre qual foi o método utilizado para orientar essas construções, no caso de Gizé o erro de alinhamento é inferior à 1 grau. Uma das teorias sugere o uso de uma haste conhecida como gnômon.

A construção de Stonehenge também foi executada usando o alinhamento astronômico com o solstício. Apesar de não haver um consenso sobre a finalidade desta construção, existem teorias que afirmam que a estrutura se trata de um calendário solar com o ano durando 365,25 dias. De acordo com essa teoria, cada uma das 30 pedras Sarsen representam um dia dentro de 1 mês que se é composto por 3 semanas de 10 dias cada.

Figura 2 – Pirâmides de Gizé.



Fonte: (BRUNATO, 2020)

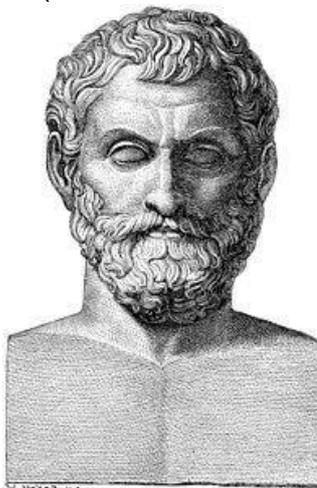
2.3 CIVILIZAÇÕES GREGAS

Com uma extensa gama de pensadores e filósofos, a civilização grega realizou várias contribuições para o avanço da astronomia. Alguns pensadores se dispuseram a contemplar os movimentos dos corpos celestes e formular teorias sobre como esses movimentos ocorrem e como tais objetos se organizam no espaço. Dentre os diversos pensadores alguns se destacam:

2.3.1 Tales de Mileto

Tales é considerado o primeiro filósofo do ocidente, nascido aproximadamente no ano 625 AC em Mileto, uma cidade localizada da Jônia que atualmente compreende o território da Turquia. Por se tratar de um comerciante bem sucedido, teve a possibilidade de efetuar algumas viagens tendo contato com locais e culturas diferentes. Antes de Tales, civilizações como a egípcia possuíam o domínio da matemática, porém, esta era utilizada como técnica e ferramenta para atividades cotidianas.

Figura 3 – Tales (filósofo, matemático e astrônomo).



Fonte: (WALLIS, 1877)

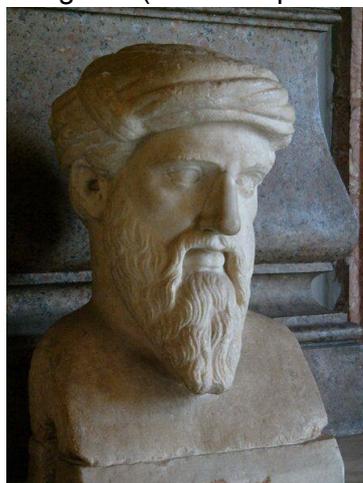
Tales foi o primeiro pensador a questionar a visão predominante na época de que os corpos celestes e alguns elementos da natureza eram divindades muitas vezes honrados e idolatrados como deuses. Ao divergir deste conceito, ele tentou descrever tais fenômenos da natureza através de observações. Nada do material escrito e anotações de Tales sobreviveu ao tempo, os conceitos e ideias esboçadas pelo pensador tem seu mérito creditado a ele graças a outros pensadores e filósofos.

Apesar da não existência de material físico que corrobore, acredita-se que o pensador foi capaz de prever um eclipse solar no ano de 585 AC. Com cerca de 40 anos de idade foi capaz de prever o dia e a hora do evento somente com observações a olho nu das posições da Terra e da Lua em relação ao Sol embasando tal previsão com cálculos matemáticos. Com isso alguns historiadores defendem a visão de que este evento representa o marco inicial da Filosofia e por consequência da ciência e da astronomia.

2.3.2 Pitágoras de Samos.

Pitágoras foi um filósofo grego que realizou grandes contribuições na área da matemática, nascido na ilha de Samos. Muitas das informações disponíveis sobre o pensador em questão foram escritas após sua morte o que gera alguma imprecisão, sua data de nascimento especula-se que ocorreu por volta de 570 AC (GOMES, 2010). Relatos descrevem que o filósofo viajou pelo Egito e Grécia retornando a Samos em 520 AC e 10 anos após mudou-se para Crotona.

Figura 4 – Pitágoras (filósofo e pensador grego).

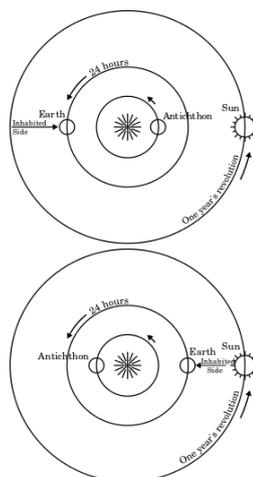


Fonte: (GALILEA, 2005)

Além de afirmar que Tales é a origem da filosofia, Pitágoras também fundou a Escola Pitagórica. Dentre os vários conceitos defendidos pela entidade, na astronomia destacam-se algumas ideias inovadoras como o formato da Terra ser esférico e que os planetas se movem com velocidades diferentes em orbitas distintas ao redor da Terra. Também defendiam o conceito de que havia uma ordem, regra ou lei que regia o universo.

O filósofo pitagórico Filolau no século V AC desenvolveu um sistema astronômico onde sugere que a Terra, a Lua, o Sol além dos outros planetas giram em torno de um fogo central invisível. Esse sistema possui pontos equivocados ao afirmar a existência de uma Contra – Terra e o fogo central, porém foi o primeiro sistema a mover a Terra do centro do universo antecipando Copérnico, dando a ela o status de planeta juntamente com os 5 planetas visíveis e organizados em orbitas circulares.

Figura 5 – Sistema Astronômico Pitagórico.

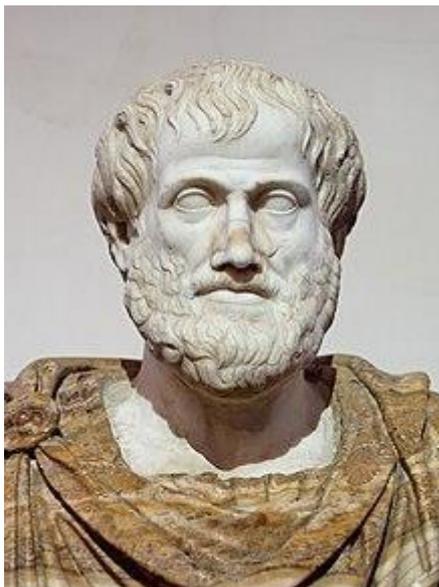


Fonte: (BORGQUEEN, 2008)

2.3.3 Aristóteles de Estagira.

Outro grande pensador grego, Aristóteles nasceu em Estagira na Trácia no ano de 384 AC e com cerca de 16 a 17 anos mudou-se para Atenas com objetivo de prosseguir com seus estudos. Durante sua vida estudantil foi aluno de Platão. Já mais velho em 335 AC, ele fundou sua própria escola em Atenas e os filiados a esta instituição de ensino com o tempo foram chamados de peripatéticos.

Figura 6 – Aristóteles.



Fonte: (JASTROW, 2006)

Aristóteles rompe com as ideias de considerar o universo como algo divino e místico. Para ele, todos os corpos celestes são coisas físicas e compostas de éter e eternas e a compreensão do universo se dá através de uma lógica advinda da reflexão. Durante sua vida como pensador devotou grande parte do seu tempo em descrever os movimentos, de acordo com sua visão, em que o movimento sempre possui uma causa, o movimento vertical (queda de um objeto) é algo natural, tal objeto apenas está voltando ao seu lugar de origem.

O filósofo também defendia o formato esférico da Terra, através da observação de eclipses da Lua, sempre que ela é eclipsada e a sombra da Terra é projetada nela esta tem formato arredondado sendo que não é possível ver a sombra completa do planeta porque esse é maior que a Lua.

Seu conceito de movimento acaba influenciando suas teorias sobre sistema planetário. Na astronomia aristotélica o universo é uma esfera de proporção finita preenchido por matéria (éter). Defendia o modelo Geocêntrico, ou seja, a Terra se encontra no centro do universo e todos os astros giram em seu entorno sendo que cada um deles pertence a uma esfera celeste distinta. Além disso como na sua visão o movimento requer sempre uma causa (em sua concepção não havia o conceito de inércia) defendia a existência de um moto perpétuo que impulsiona todo o movimento celeste.

2.3.4 Aristarco de Samos

Astrônomo e matemático grego, nasceu no ano 310 AC em Samos na Grécia. Teve como professor Strato de Lampsacus e faleceu por volta do ano 230 AC. Parte da obra deste pensador foi perdida devido a um incêndio que destruiu a Biblioteca de Alexandria, sendo assim algumas de suas teorias e pensamentos se transmitiram pelo tempo através de citações de outros pensadores como Plutarco e Arquimedes.

Figura 7 – Aristarco de Samos.

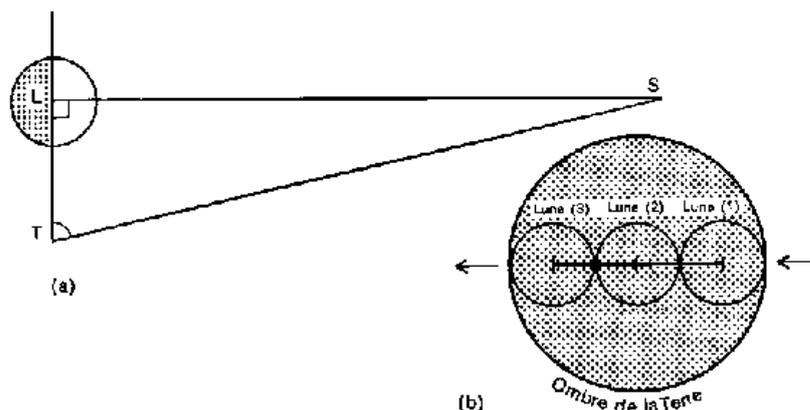


Fonte: (DESCONHECIDO, 1646).

Dentro da astronomia, pode-se dividir suas contribuições em duas vertentes: a proposição do sistema Heliocêntrico (Sol no centro do sistema com os planetas inclusive a Terra girando ao seu redor); e a elaboração de um sistema de cálculo para estabelecer a relação de tamanho e distância da Terra, Sol e Lua. Possui apenas uma obra conhecida: Sobre os tamanhos e distâncias entre Sol e Lua.

Na obra em questão, Aristarco demonstrou um método geométrico desenvolvido por ele que estimava o tamanho do Sol e da Lua em relação a Terra. Através da observação da sombra da Terra projetada sobre a Lua, ele estimou que o diâmetro da Lua era 3 vezes menor que o da Terra, uma boa precisão para a época visto que o valor correto é de 3,7. O método utilizado por ele foi extremamente simples, mediu o tempo necessário para Lua ser totalmente coberta e o tempo que ela permaneceu nesta condição. Considerando no seu cálculo a velocidade Lunar constante, a relação entre os tempos obtidos é a mesma entre os diâmetros da Terra e da Lua.

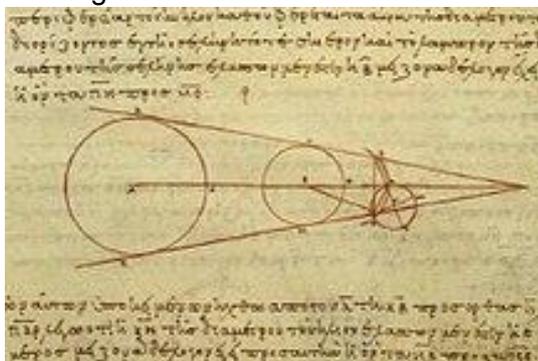
Figura 8 – Esquema para medição diâmetro da Lua.



Fonte: (FRANCO e VILLAR, 2002)

Usando cálculos geométricos semelhantes e tendo como base o diâmetro da Lua, o pensador calculou o diâmetro do Sol como cerca de 7 vezes o da Terra e 21 vezes o da Lua. Por fim concluiu que a distância entre Sol –Terra era 20 vezes maior que Terra – Lua. Apesar do fator elevado de erro (a distância entre Sol e Terra é 400 vezes que a entre a Terra e a Lua), a discrepância advém da precisão dos dados e medidas, pois o método utilizado está correto.

Figura 9 – Cálculo de Aristarco.



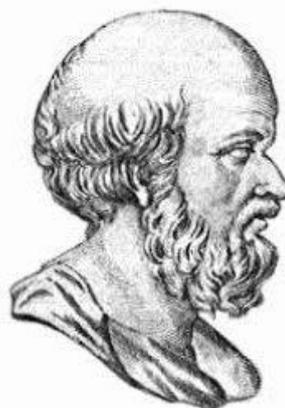
Fonte: (DESCONHECIDO, 1646)

Após estimar o diâmetro do Sol como superior ao da Terra, Aristarco intuiu que o Sol, por ser maior, deveria estar no centro do nosso sistema com os 5 planetas conhecidos girando ao seu redor em orbitas circulares. Foi o primeiro pensador a questionar o sistema geocêntrico e propor o sistema heliocêntrico cerca de 1800 anos antes do conceito ser levantado por Nicolau Copérnico e Galileu Galilei, é comum presenciar em artigos e escritas sobre astronomias atuais escritores se referirem à Aristarco como “Copérnico da Antiguidade”.

2.3.5 Eratóstenes de Cirene

Eratóstenes foi um pensador grego nascido em 276 AC na cidade de Cirene que se tratava de uma antiga colônia grega onde hoje se encontra a Líbia, faleceu aos 82 anos na cidade de Alexandria (Egito). Durante sua juventude estudou na cidade de Atenas, na sua vida estudantil teve como professores: Ariston de Quio (filósofo), Lisânias de Cirene (gramático) e de Calímaco (poeta). Foi professor do faraó Ptolomeu III e a convite deste, ocupou o cargo de bibliotecário chefe da Biblioteca de Alexandria.

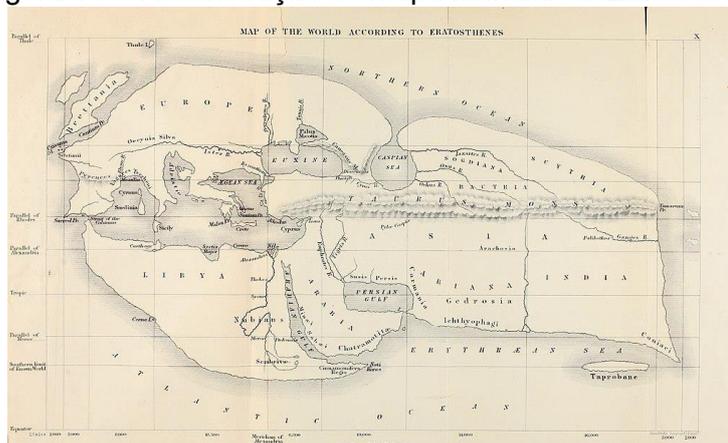
Figura 10 – Eratóstenes



Fonte: (NIETTO e MARTINS, 2019)

Alguns o chamavam de “Pentathlos” (pentatleta) por sua diversidade de conhecimentos, sendo considerado o fundador da disciplina de Geografia pois, dentre as suas obras publicadas, figura uma denominada Geográfica, onde ele cunha um vocabulário próprio constando as palavras geografia e geógrafo. Nesta obra o autor usa descrições e registros de diversas viagens e expedições realizadas por exploradores de sua região para esboçar um mapa do mundo conhecido na antiguidade.

Figura 11 – Reconstrução do mapa mundial de Eratóstenes.



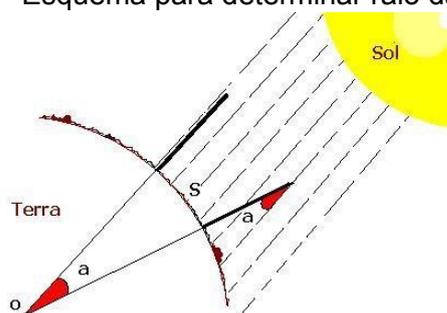
Fonte: (MURRAY, 1883).

Para calcular a circunferência da Terra, a ideia do pensador foi simples, ele usou a geometria para obter o ângulo referente ao comprimento de um segmento de arco da circunferência. No caso, o segmento de arco utilizado foi a distância entre as cidades de Siena e Alexandria, na ocasião, o estudioso contratou um itinerante para medir a distância entre as cidades com passos, era comum na época contratar pessoas treinadas a caminha com passos regulares para efetuar tais medições.

Como resultado foi estabelecido que a distância entre as cidades é de 5.040 stadium (sendo o stadium uma unidade de medida da época que devido à falta de padronização poderia variar entre 156m a 210m). No ano de 1972, o pensador russo Lev Vasilevich Firsov realizou uma extensa pesquisa sobre vários trabalhos publicados de Eratóstenes e Estrabão e estimou que para estes pensadores, a medida de stadium equivale a 157,7m.

Com a medida do arco determinada, o pensador grego precisava determinar apenas a medida de ângulo equivalente ao segmento. Devido ao fato de ter acesso ao acervo da maior biblioteca da época, era de conhecimento do grego a data e hora do Solstício de Verão na cidade de Siena. No instante previsto para o Solstício em Siena, foi fixado no solo da cidade de Alexandria de forma perpendicular uma haste conforme o esquema da figura abaixo.

Figura 12 – Esquema para determinar raio da Terra.



$$C = \frac{360^\circ}{a} \times s$$

$$r = \frac{C}{2 \times \pi}$$

Fonte: (RUTINALDOC, 2008)

De posse do comprimento do arco e do ângulo equivalente a ele, bastou usar a relação direta entre eles e sabendo que a circunferência completa possui o ângulo de 2π ou 360° temos a seguinte relação trigonométrica:

$$\frac{S}{C} = \frac{\alpha}{2\pi}$$

Sendo **S** a distância entre Siena e Alexandria, α o ângulo que pode ser determinado usando o comprimento da haste e sua sombra usando a função tangente, restando assim apenas a incógnita **C** que se trata do comprimento da circunferência da Terra. Segundo Vinagre, o erro encontrado na medição é inferior a 1%.

Eratóstenes agora podia calcular a circunferência da terra que tinha 250.000 estádios, ou 39.250 quilômetros. Quando a terra foi novamente medida no nosso século, havia apenas uma diferença de cerca de 320 quilômetros entre o resultado atual e o que Eratóstenes obteve mais de dois mil anos atrás! (VINAGRE, v.809, p. 05)

2.4 ESTABELECIMENTO DO SISTEMA SOLAR.

Quando analisamos a estrutura do sistema solar adotada pela ciência atualmente com sua configuração heliocêntrica com os planetas realizando orbitas elípticas ao redor de nossa estrela por vezes passa despercebido a longa história e evolução da ciência até atingir tal ponto. Dentre vários pensadores que contribuíram para tal feito destacam-se os seguintes:

2.4.1 Nicolau Copérnico.

O astrônomo e matemático de origem polonesa nasceu na cidade de Torún no ano de 1473 quando esta fazia parte da Prússia Real. Seu pai era comerciante e sua mãe descendia de uma família de comerciantes, era o mais novo dos 4 filhos. Não se casou ou teve filhos, porém, ajudou a cuidar dos filhos de uma das suas irmãs até o fim dos seus dias.

Figura 13 – Nicolau Copérnico.



Fonte: (KEAN COLLECTION/ GETTY IMAGES, 2003)

Copérnico defendia a teoria de um sistema heliocêntrico que foi publicada em seu livro “De revolutionibus orbium coelestium” durante o ano de sua morte, seu livro foi um marco da mudança do sistema geocêntrico para o heliocêntrico pois teve 500 publicações que para os padrões da época é um número expressivo. Além de afirmar que o Sol se encontrava no centro do sistema, ele definiu as orbitas dos planetas como circulares de movimento eterno, enumerou por ordem crescente de distância Mercúrio, Vênus, Terra, Lua, Marte, Júpiter, Saturno e estrelas, sendo que as estrelas são fixas.

Com relação ao movimento terrestre, ele definiu que o planeta executa 3 movimentos distintos: a rotação (giro em torno do próprio eixo de forma diária), a volta anual em torno do Sol (nomeado atualmente como translação) e por fim o movimento do eixo de inclinação terrestre. Por fim o último tópico de sua teoria ele diz que a distância entre a Terra e o Sol é pequena se comparada com a da Terra e as estrelas.

Baseado nas afirmações de sua teoria, o pensador foi capaz de explicar o movimento aparente retrógrado dos planetas visíveis no céu. Para De Carvalho e Do Nascimento (2019), Copérnico se baseava na crença de que ao atribuir movimento ao planeta Terra, conseguiria simplificar de forma drástica a teoria dos epiciclos de Ptolomeu. Ainda segundo De Carvalho e Do Nascimento (2019), a relutância do astrônomo em publicar seu livro (intervalo de 10 anos entre conclusão e publicação) se deve ao temor da forte rejeição ao movimento terrestre.

Porém, munido de tal conceito, Copérnico foi capaz de esclarecer o fenômeno do equinócio de forma correta, cuja a causa advém do movimento da inclinação do eixo de rotação do planeta, que também é a causa na mudança das estações do ano,

pois segundo ele, o eixo de rotação da Terra não é perpendicular ao plano de sua órbita.

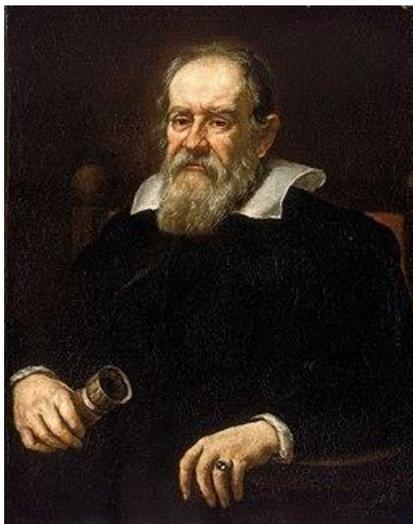
Apesar dos conceitos e ideias revolucionárias com bons argumentos fundamentados em lógica capaz de descrever vários fenômenos físicos, o modelo de Copérnico não foi capaz de convencer muitos astrônomos na época. A teoria é completa e elegante, porém não contava com observações ou experimentos práticos para corroborar e apoiar suas afirmações.

2.4.2 Galileu Galilei.

Galileu foi um engenheiro, físico e astrônomo nascido na cidade de Pisa no ano de 1564, sendo o primeiro de seis filhos, seu pai era lutenista¹, compositor e teórico musical. Possivelmente deve ter fomentado em seu filho pensador uma postura questionadora a regras, normas e teorias estabelecidas, visto que Galileu defendeu uma teoria divergente da visão predominante em sua época (NAESS, 2015). Assim, tal visão resultou em atrito com a igreja católica, e sendo julgado pela inquisição por heresia, vivendo o resto de sua vida em prisão domiciliar.

Figura 14 – Galileu Galilei.

¹ Músico que utiliza como instrumento musical o alaúde que se trata de uma família de instrumentos com cordas executadas em um plano paralelo a câmara acústica



Fonte: (SUSTERMANS, entre 1636 e 1640).

No campo da astronomia, o estudioso foi um defensor do sistema heliocêntrico que já havia sido proposto por Copérnico anteriormente, porém este não foi capaz de provar tal hipótese com algum método de observação ou experimentação, onde Galileu teve êxito. Após ter contato com descrições vagas do primeiro telescópio funcional cuja origem não se tem certeza (porém o primeiro pedido de patente que se tem registro é holandês), ele construiu a sua versão do instrumento que em pouco tempo foi capaz de gerar um aumento de 9 vezes (DINIZ, 2013).

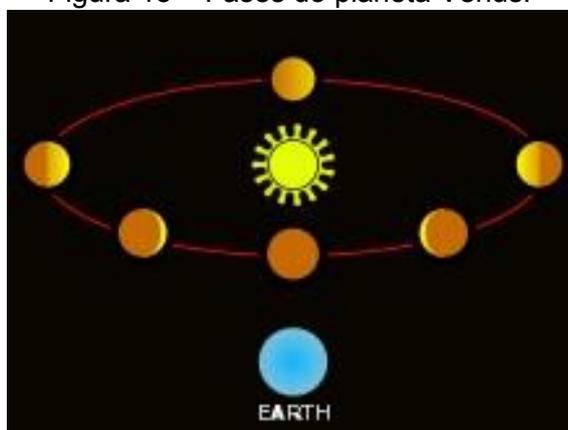
Os telescópios a princípio eram utilizados para observar objetos ampliados na paisagem com emprego na navegação, Galileu foi um dos pioneiros na utilização destes instrumentos para observação do céu, “Se por um lado Galileu não inventou o telescópio, por outro, pode-se dizer que ele foi o primeiro a utilizá-lo para estudar o céu cientificamente, a partir de 1609” (DINIZ, 2013). Com o tempo e aprimoramento, ele foi capaz de produzir telescópios com capacidade de ampliação de 30 vezes, o que propiciou diversas observações capazes de corroborar o sistema heliocêntrico.

Em suas observações, ele percebeu que havia 3 objetos de brilho pequeno não visíveis a olho nu próximos ao planeta Júpiter com suas posições formando uma linha que o atravessava. A princípio concluiu se tratar de estrelas de brilho fraco, mas com o passar do tempo e observações contínuas ele percebeu que o movimento que tais corpos realizavam não condiziam com a aparência estática das estrelas. Ao notar o sumiço de um dos objetos e seu retorno posterior pode concluir que se tratavam de luas de Júpiter, a descoberta dos 4 maiores satélites que orbitam esse planeta por

Galileu enfim pode fornecer uma prova científica da existência de corpos celestes que não orbitam o planeta Terra.

O fato constatado contradiz o sistema geocêntrico dominante na época, o astrônomo ainda foi capaz de refutar a teoria vigente com a observação de outro fenômeno. Direcionando seu telescópio para Vênus, observou que o planeta exibia um ciclo de fases completo semelhante a Lua, o que era previsto pelo sistema heliocêntrico, mas que seria impossível de acordo com o modelo geocêntrico de Ptolomeu. Após suas descobertas a comunidade de astrônomos em sua maioria abandonou o sistema geocêntrico e adotou modelos geo-heliocêntricos².

Figura 15 – Fases do planeta Vênus.



Fonte: (NICHALP, 2006)

2.4.3 Johannes Kepler.

O astrônomo, astrólogo e matemático alemão nasceu no ano de 1571 na cidade de Weil der Stadt, seu pai conduzia a vida de forma improvisada como mercenário em conflitos diversos que eram comuns na região da Alemanha em sua época. Sua mãe era filha de um dono de hospedaria além de exercer a função de curandeira e herbolária, o que lhe rendeu posteriormente uma acusação de bruxaria (DE FREITAS MOURÃO, 2003).

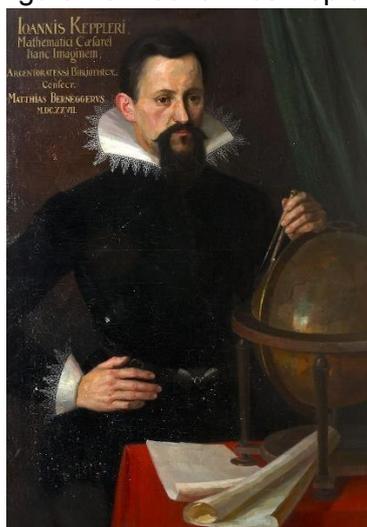
Kepler afirmava que foi uma criança doente e fraca, mas sempre se destacou com excelente habilidade matemática desde sua juventude, Mourão (2003) afirma que

² Sistema planetário tendo Sol e Terra ocupando a posição central.

apesar da frágil saúde do astrônomo ele casou-se duas vezes tendo filhos frutos de ambas as uniões. O pensador também foi contemporâneo a Galileu e Tycho Brahe,

além de dialogar e trocar ideias com o primeiro trabalhou de forma contínua com o segundo.

Figura 16 – Johannes Kepler.



Fonte: (KOHLENER, 1910)

Com relação a astronomia, Kepler foi um defensor do sistema heliocêntrico proposto por Copérnico, com uma visão tanto Física quanto teológica, acreditava no universo como manifestação física de Deus sendo esse o Sol, a esfera estelar como filho e o espaço entre eles o espírito santo. O astrônomo buscou assim em seu primeiro manuscrito uma conciliação do sistema heliocêntrico com a religião tentando embasar tal ponto de vista com passagens bíblicas.

Apesar do fundo religioso, segundo o qual Deus havia racionalmente estabelecido uma escala das distâncias entre o Sol e os planetas, a proposta kepleriana era essencialmente de natureza cosmológica. O mundo devia apresentar uma organização racional e, para Kepler, não bastava verificá-la empiricamente, era preciso justificá-la teórica e teologicamente. Tal ambição não soava excepcional para a época (Mourão, 2003, p. 46).

O viés físico das teorias do pensador a princípio emperrava devido a utilização de dados imprecisos oriundos de Copérnico, nesse ponto, a aproximação e o trabalho

com Tycho Brahe se torna crucial para seu sucesso. O astrônomo Tycho, propôs ao imperador a construção das tábuas rudolfinas³, assim garantiu uma vaga de trabalho

para Kepler pois contava que a habilidade matemática deste resultaria numa precisão maior no cálculo das tábuas.

Com a morte repentina de Tycho Brahe, Kepler assumiu a sua vaga como astrônomo imperial com livre acesso a todos os dados coletados por seu antecessor. O pensador em questão de posse dessas informações pode corroborar sua ideia de que os planetas giram em torno do Sol com orbitas elípticas (1ª Lei de Kepler) e foi além ao afirmar que a linha que liga o Sol a um determinado planeta percorre áreas iguais e intervalos de tempos iguais (2ª Lei de Kepler).

Ao observar uma grande variedade de dados obtidos por Tycho Brahe, Kepler também percebeu que os números relacionados ao raio da órbita e duração do ano de revolução de um planeta seguiam algum tipo de padrão matemático. No ano de 1619 ele escreveu a obra Harmonia do Mundo onde descreve a relação do período de revolução e o raio médio da órbita de um planeta, que hoje é tida como 3ª Lei de Kepler.

2.5 PARÂMETROS BÁSICOS DA NAVEGAÇÃO.

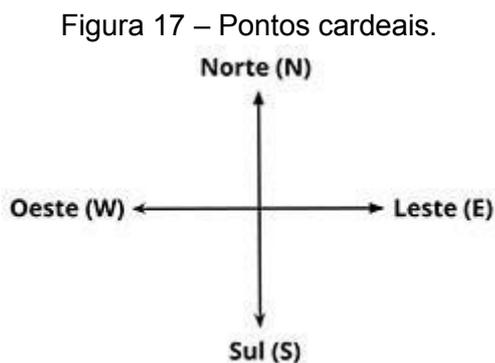
2.5.1 Pontos cardeais.

Desde o início da civilização humana sempre houve a necessidade de se orientar quer seja para se deslocar a um local específico ou indicar algum ponto de interesse. Em algumas situações é possível descrever a posição de um lugar ou estimar a direção a qual deva se deslocar apenas usando como referência objetos do relevo local como montanhas, planícies cursos de água entre outros.

Em deslocamentos e viagens longas, pode ocorrer da paisagem mudar totalmente, sendo assim necessário utilizar outro ponto de referência que não esteja atrelado ao relevo próximo. Com isso, diversas civilizações ao longo da história intuíram que o Sol nasce numa região específica do céu, percorrendo este, num movimento aparente e se pondo na direção oposta ao seu nascimento.

³ São tábuas contendo cálculos logarítmicos para determinação da posição de corpos celestes visíveis no céu.

De acordo com Sampaio (2005), as primeiras civilizações a se orientarem ainda desconheciam o movimento de rotação do planeta ou seu formato, desconsiderando a existência dos polos geográficos. Para tais indivíduos, a posição do Sol era a principal ferramenta de orientação sendo assim, as primeiras direções que compõe o conjunto de pontos cardeais foram cunhadas e nomeadas tomando como base as posições onde o Sol nasce e se põe.



Fonte: (7GRAUS, 2005)

Os pontos cardeais principais têm origem bem antiga, segundo Aczel (2002) é possível encontrar o registro do emprego dos pontos cardeais na Bíblia relacionando os componentes geográficos que compõe a paisagem ao redor de Israel. “O norte na Bíblia é Tsafon; o leste é Kedem, a direção das montanhas vermelhas de Edom; o sul é chamado de Neguev, como o deserto; e o oeste é Yam, que significa mar.” (ACZEL, 2002, p. 33).

Temos aqui um exemplo de aplicação prática dos pontos cardeais visto que a Bíblia descreve possíveis direções nas quais Israel seria atacada por exércitos inimigos. Com a evolução da atividade de orientação surgiram subdivisões entre os pontos principais objetivando uma maior precisão de navegação.

2.5.2 Rosa dos ventos.

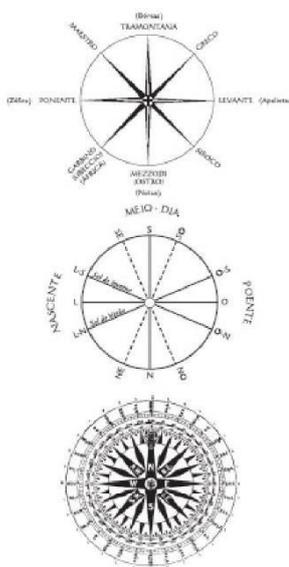
Este elemento de navegação surgiu por volta do século XIV ilustrando alguns mapas e cartas de navegação, alguns estudos creditam a concepção da rosa dos ventos ao pensador grego Aristóteles Timóstenes (ACZEL, 2005). A princípio, o rei Ptolomeu II que governava o Egito na época contratou o estudioso para o cargo de piloto-mor de sua marinha. As embarcações do período contavam com velas como principal propulsão, logo para ter sucesso em seu novo cargo, Aristóteles deveria ser

capaz de mapear de forma rápida, eficaz e precisa a direção do vento durante a navegação.

Para facilitar o trabalho de piloto e torna-lo mais preciso, o pensador resolveu dispor a direção dos ventos numa figura esquemática de fácil visualização, pois em algumas situações de navegação a embarcação estaria sofrendo o balanço do mar e por vezes os mapas e cartas náuticas estariam sendo iluminados por luz de lanternas tremulantes. Com condições adversas interferindo na determinação exata das direções locais, mesmo com um erro de navegação de 1° de arco por um longo período de deslocamento pode vir a se transformar num erro de posição considerável.

No início, os pontos cardeais e colaterais da rosa dos ventos tinham por base a direção dos principais ventos sentidos no mediterrâneo, Aczel (2005) afirma que a princípio o invento de Aristóteles contava com 12 direções compostas pelos ventos Bóreas, Notus, Zéfiro e Apeliotes. Além desses 4 eixos principais, o aparato ainda continha mais 2 eixos formados por outros 2 ventos totalizando assim as 12 indicações. Com a progressão da tecnologia náutica, a rosa dos ventos passou a contar com 16 direções.

Figura 18 – Rosa dos ventos (evolução).



Fonte: (ACZEL, 2005, p. 36).

O norte e o sul eram nomeados de Tramontana e Ostro, leste e oeste seguem a ideia abordada anteriormente de utilizar o movimento aparente do Sol como orientação, daí surge os nomes Levante para o leste e Ponente para oeste. Os pontos

colaterais também foram nomeados de acordo com localidades próximas do mediterrâneo, nordeste era chamado de Greco, noroeste de Maestro, sudeste de Siroco e sudoeste de Libeccio.

2.5.3 Bússola.

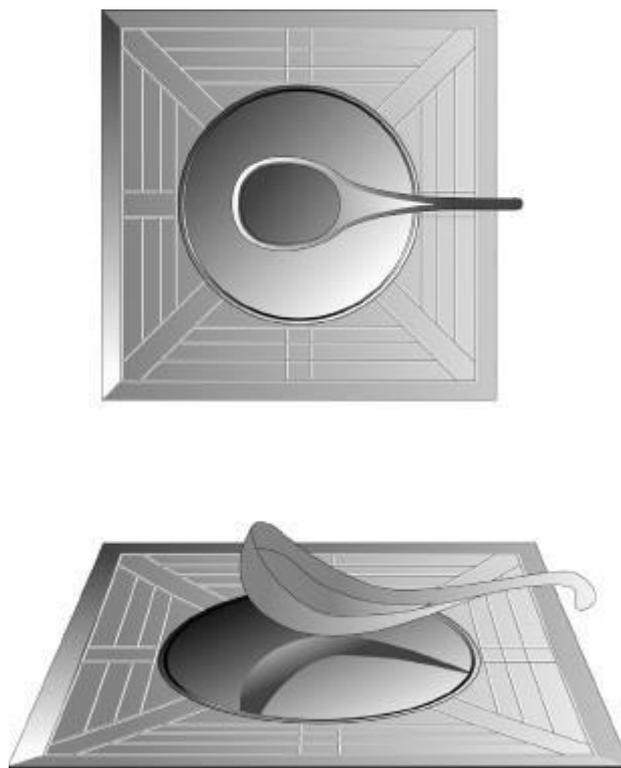
A princípio, este instrumento consiste de uma agulha imantada acoplada a algum suporte que permita seu giro de forma livre para que esta se alinhe com linhas de campo magnético terrestre. Os chineses levam o crédito pela criação da Bússola, a primeira versão do aparato na China era constituída de uma tábula com formato quadrado (que representava a Terra) com um círculo central (representação do céu) onde se apoiava um objeto curvo semelhante a uma concha feita de magnetite⁴. O cabo da concha aponta para o Sul, em sua cultura, o aparato deveria se posicionar de costas para constelação Ursa Maior que seria a residência do “Soberano do alto” cujo imperador seria o sumo sacerdote na Terra.

No início a Bússola era usada em sua nação de origem com aplicações místicas como a adivinhação, e o auxílio em previsões e tomadas de decisões e até mesmo vinculada a prática de Feng Shui⁵. Também foram construídas bússolas na qual a agulha imantada consistia de pequenas figuras talhadas em madeira contendo magnetite em seu interior que giravam sobre um pivô de bambu e outras que a agulha consiste de algum material confeccionado junto com magnetite posto a flutuar em algum recipiente com líquido que possibilite seu giro.

Figura 19 – Bússola chinesa.

⁴ Forma mineral de oxido de ferro cristalizada em sistema cúbico nisto de ferro II e ferro III sendo um material magnético.

⁵ Técnica chinesa originária da filosofia taoísta que visa organizar espaços para atrair influências benéficas da natureza.



Fonte: (ACZEL, 2005, p. 71).

Existem alguns relatos em texto sobre o uso do instrumento por soldados chineses desorientados, porém, a grande difusão e aplicação da bússola se deve ao

seu uso náutico. Segundo Aczel (2005), a aplicação náutica da bússola é creditada aos italianos. O instrumento se torna crucial para a navegação em mar aberto sem nenhuma porção de terra visível para se orientar ou em condições climáticas ruins, o instrumento se torna crucial, sendo os árabes responsáveis por introduzi-lo neste meio.

Com o emprego náutico, somente a agulha imantada não permitia uma leitura de direção precisa, até mesmo ao fixa-la em um pedaço de cortiça e posta a flutuar em água ainda era difícil determinar a direção correta até mesmo pelo movimento de oscilação dos navios. A consequência foi o aprimoramento do instrumento usando líquidos de flutuação mais densos, a fixação do aparato sobre suporte com até 32 indicações de direções dos pontos cardeais principais e suas subdivisões.

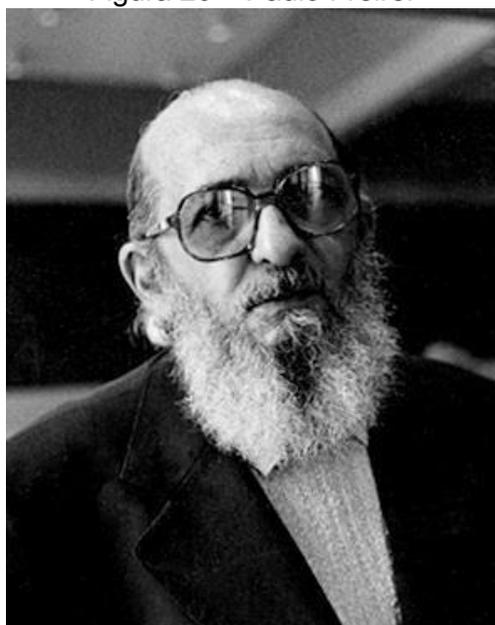
2.6 A FILOSOFIA DE PAULO FREIRE.

2.6.1 Breve biografia de Paulo Freire

O pensador e grande educador brasileiro nasceu em Recife, no estado de Pernambuco, na data de 19 de setembro de 1921. Segundo Cortella(2011), seu pai é Joaquim Temístocles e sua mãe Edeltrudes, que o batizaram de Paulo Reglus Neves Freire, “Quase ninguém o conheceu pelo nome completo (principalmente o Reglus, que dava a ele um certo ar de senador da república romana da Antigüidade)” (CORTELLA, v. 7, n. 3, p. 4, 2011).

Com 17 anos já ministrava aulas de Português e posteriormente entrou para a Faculdade de Direito do Recife, aos 22 anos. Mesmo concluindo o curso de Direito, Paulo decidiu não prosseguir na carreira e voltou-se para a docência e em 1959 através de um processo seletivo para a cadeira de História e Filosofia da Educação na Escola de Belas Artes na Universidade de Recife. Ao longo de sua vida o educador obteve mais de 28 títulos de doutor honoris causa inclusive em outros países além de outras homenagens como cidadão honorário de diversas cidades e diversos centros de estudos batizados com seu nome.

Figura 20 – Paulo Freire.



Fonte: (DIMITROV, 1977).

Paulo casou-se em 1944 com Elza Maia Costa de Oliveira com quem teve 5 filhos e permaneceu casado até o ano de 1986 em que fica viúvo. Já no ano de 1988 se casa novamente com Ana Maria Araújo também pernambucana conhecida de Freire desde a infância, ela também foi sua orientadora no programa de mestrado da Pontífice Universidade Católica de São Paulo.

Segundo Cortella (2011), com 26 anos o pensador iniciou seus trabalhos relacionados a educação de adultos, o que converge com sua preocupação com a alta taxa de analfabetismo de trabalhadores adultos em áreas rurais. Nesta época foi nomeado diretor do setor de Educação e Cultura do SESI permanecendo neste órgão por 10 anos. Já em 1956 se torna integrante do Conselho Consultivo de Educação do Recife e passados 5 anos assume a direção da Divisão de Cultura da Secretaria Municipal de Educação. Em 1963 foi nomeado membro do Conselho Estadual de Educação de Pernambuco e em seguida, sobre solicitação do presidente foi encarregado do Programa Nacional de Alfabetização até o ano de 1964.

Com o início do Regime Militar no país, Freire se viu pressionado a se exilar no exterior Constrangido a ir, por duas vezes, ao Rio de Janeiro para responder a IPM (Inquérito Policial Militar), sentiu estar correndo risco de vida; pediu abrigo na embaixada boliviana e, aos 43 anos (também no seu natalício setembro) foi para a Bolívia. Nela não ficou nem dois meses, pois ocorreu um golpe de estado e ele partiu para o Chile. (CORTELLA, 2011)

Inclinado a se exilar fora do Brasil, devido a implementação do Regime Militar no ano de 1964, Paulo após passar 2 meses na Bolívia, buscou refúgio no Chile onde atuou como assessor do Ministério da Educação chileno além de consultor da UNESCO, e na sequência lecionou em Harvard “dali foi como Professor Convidado para a Universidade de Harvard (ensinar sobre si mesmo)” (CORTELLA, 2011). Em 1970 aceitou o convite para ser Consultor Especial do Departamento de Educação do Conselho Mundial das Igrejas em Genebra na Suíça.

No ano de 1979 Freire recebeu a Anistia, no entanto, só retorna ao Brasil em 1980 e começa a lecionar na PUC-SP, permanecendo lá por 17 anos indo dar aulas por mais 10 anos na UNICAMP. Paulo também atuou como Secretário Municipal de Educação da cidade de São Paulo por pouco mais de dois anos (janeiro de 1989 à maio de 1991). O educador permaneceu no magistério lecionando, escrevendo e orientando até o seu falecimento em 02 de maio de 1997.

2.6.2 Educação Libertadora

Ao se debruçar sobre a biografia e diversas obras do pensador brasileiro, notamos seu comprometimento com a difusão ampla do conhecimento entre a parcela menos favorecida da população. Tal fato se deve a visão freiriana que em seu cerne tem como pedra fundamental que a educação é a principal ferramenta de libertação das más condições de vida da população mais carente.

Segundo Freire, o sistema educacional dominante de forma global prioriza a manutenção das condições sociais em vigor, sendo que neste tipo de ensino a dinâmica aluno professor segue uma relação “bancária” onde o educador detém o conhecimento e através de aulas narrativas deposita tal informação no educando “Se o educador é o que sabe, se os educandos são os que nada sabem, cabe àquele dar, entregar, levar, transmitir o seu saber aos segundos” (FREIRE, 1968, p. 34).

Com um ensino estático, onde não existe estímulo para o diálogo aluno – professor, sendo que os estudantes não participam da elaboração ou sequer opinam sobre o conteúdo a ser trabalhado, acarreta na formação de discentes sem senso crítico, incapazes de pensar ou mudar o mundo ao seu redor. Assim, de acordo com Freire a opressão se mantém “Por isto é que a única forma de pensar certo do ponto de vista da dominação é não deixar que as massas pensem” (FREIRE, 1968, p. 74).

2.6.3 Ensino Crítico

Para propiciar a formação de um indivíduo capaz de pensar o mundo ao seu redor, sua relação com este e capacitá-lo a agir e mudar o ambiente a sua volta, Paulo Freire defende a educação crítica. Na obra *Pedagogia da Autonomia*, o pensador traça um paralelo entre a ingenuidade, curiosidade e a criticidade afirmando que uma curiosidade crítica é capaz de levar o indivíduo a buscar por conhecimento.

A curiosidade como inquietação indagadora, como inclinação ao desvelamento de algo, como pergunta verbalizada ou não, como procura de esclarecimento, como sinal de atenção que sugere alerta faz parte integrante do fenômeno vital. Não haveria criatividade sem a curiosidade que nos move e que nos põe pacientemente impacientes diante do mundo que não fizemos, acrescentando a ele algo que fazemos. (FREIRE, 1996, p. 18).

A indagação provocada pela curiosidade também deve ser inerente ao professor, pois a tarefa de ensinar exige deste uma eterna busca pelo aprimoramento e evolução. Como consequência o termo professor – pesquisador cai na obviedade

pois todo professor que busca implementar uma educação crítica é um pesquisador, e a inquietação fará parte do seu cotidiano profissional.

2.6.4 Respeito aos saberes dos educandos

Esse conceito é exposto de forma direta quando se analisa o método de alfabetização aplicado por Freire na cidade de Angicos no Rio Grande do Norte. Na ocasião o educador coordenou uma equipe de professores que conseguiu alfabetizar 300 adultos que trabalhavam com o corte de cana. O método dispensou o uso de cartilhas de alfabetização tradicionais e focou na identificação do universo vocabular do aluno.

Este método de ensino pode ser dividido em três partes distintas: Investigação, tematização e problematização. Na primeira etapa, deve-se identificar as palavras utilizadas pelo aluno em seu cotidiano juntamente com os temas centrais da sua vida, nesse momento o docente tem contato com o universo vocabular do aluno, a maneira com a qual o conteúdo será ministrado se molda ao conhecimento prévio do discente.

Durante a etapa de tematização, devemos buscar o significado social que os estudantes associam aos temas e palavras obtidas anteriormente, utilizando o diálogo como ferramenta no auxílio a formação da consciência do aluno em relação ao mundo que o cerca. Para Freire o conteúdo deve ser elaborado com base na experiência de vida do estudante, no caso de indivíduos que habitam regiões periféricas por exemplo a poluição de cursos de água ou a presença de “lixões a céu aberto” próximos a moradias (FREIRE, 1996, p.15).

A última etapa deste método temos a materialização do ensino crítico proposto por Paulo Freire, mediados pelo diálogo professor e aluno devem abordar problemas, mazelas, situações e condições para assim consolidar uma visão crítica do mundo e por fim propiciar a capacidade do indivíduo de transformar sua realidade social.

Outro ponto muito debatido e priorizado por Freire é o diálogo, este deve ser intermediado por uma relação de igualdade, não deve seguir uma hierarquia professor – aluno conforme a estabelecida no “ensino bancário”. Esse conceito converge com outros pontos que o pensador afirma serem necessários para o sucesso na tarefa de ensinar, segundo Freire a aprendizagem precede o ensino, pois tudo que já foi ensinado teve que ser aprendido anteriormente.

O pensador brasileiro também prega que não há uma aprendizagem crítica onde o indivíduo se instrua de forma individual, para ele, a educação surge da

interação entre as pessoas e o mundo que as cerca “Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 1987, p.39).

3 SEQUÊNCIA DE ENSINO.

Ao longo dos anos ministrando aulas de Física, quer seja em escolas da rede pública ou da rede privada, é possível notar um elevado desinteresse por parte dos alunos. Em sua grande maioria os estudantes relacionam o estudo desta disciplina a dificuldade em memorizar fórmulas e realizar cálculos matemáticos complexos que não possuem nenhum tipo de ligação com suas realidades sociais. Mesmo quando os estudantes se dedicam a lições, por muitas vezes o que se concretiza é a dominância de um “ensino bancário”.

Com o objetivo de promover um maior interesse nas aulas de Física e fomentar uma aprendizagem significativa foi elaborada uma sequência de ensino que aborda o eixo temático da Astronomia. O problema de orientação e navegação será abordado com apoio do smartphone, a escolha pelo uso da tecnologia se deve ao fato dos estudantes atualmente dominarem o uso de celular sendo este aparato parte fundamental do seu ambiente social.

Um jogo em formato de aplicativo será utilizado para conectar os estudantes a uma situação – problema relacionada a orientação e determinação dos pontos cardeais apoiados em conhecimentos de Astronomia. Cada estudante deverá instalar o jogo em seu celular e interagir com os integrantes do seu grupo enquanto superam os desafios presentes na aplicação.

A sequência também conta com atividades experimentais sugeridas pelo aplicativo do jogo, que contém vídeos auxiliares presentes dentro da aplicação fornecendo suporte ao estudante. Por fim temos um formulário onde os usuários da aplicação podem fornecer sua opinião crítica a respeito da experiência de participar do projeto.

3.1 METODOLOGIA DA SEQUÊNCIA

Como ponto de partida para o desenvolvimento desta sequência temos o conceito de Freire que para ensinar é necessário valorizar o saber do aluno, sua cultura e como este interpreta o mundo a sua volta. Na primeira aula da sequência de ensino temos a formação dos grupos de estudantes que iram participar da atividade pois de acordo com Freire, a aprendizagem é obtida através do diálogo entre os indivíduos e sua interação com o ambiente (FREIRE, 1987).

Em seguida realizamos uma roda de conversa na sala de aula sendo que essa atividade é orientada por uma ficha contendo alguns tópicos que permitam aos estudantes expressarem suas opiniões além de interagirem com o professor e entre si. Após essa roda de conversa efetuaremos a instalação do jogo nos celulares disponíveis dos alunos, como esse tipo de tecnologia faz parte do cotidiano dos discentes, eles vão efetuar a instalação e o cadastro bastando o docente apenas ajuda-los e verificar se o cadastro foi efetuado com sucesso.

Com o desenrolar das próximas aulas da sequência os alunos devem manter seus grupos já formados, serão realizadas rodas de conversas e todos os encontros que compõe a sequência. O jogo com o qual os estudantes interagem no projeto é desenvolvido de maneira que em cada aula seja possível jogar uma determinada fase que sequência a disposição do conteúdo abordado.

No trecho final de cada aula temos uma atividade prática que visa propiciar os participantes a aplicação prática do conteúdo exposto dentro da fase executada pelos estudantes no dia em questão. A sequência é finalizada com uma fase do jogo onde os alunos navegam de forma livre entre diferentes destinos colocando em prática todo o conhecimento obtido com a participação do projeto. Também se encontra na última fase um link de acesso ao questionário composto por tópicos e perguntas onde os alunos podem opinar de forma crítica sobre a experiência de participar deste trabalho.

3.2 ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA

3.2.1 Aula 01

Duração: 50 minutos

Objetivos

Nesta aula introdutória, devemos diagnosticar as concepções prévias dos alunos com relação aos pontos cardeais, mapas, geolocalização e métodos de orientação. Em seguida, deve ser apresentada a proposta da sequência de ensino, com o jogo Pirate Discovery e sua dinâmica. Ainda nesse primeiro momento efetuaremos a instalação do aplicativo nos smartphones disponíveis, e por último e não menos importante, os alunos devem realizar um pequeno cadastro no jogo.

Materiais necessários

- Celular smartphone android do próprio aluno (mínimo 1 por grupo).

- Datashow, de preferência conectado à um computador conectado com rede de internet.
- Quadro negro ou branco com giz ou pincel.

Metodologia

O docente deve inicialmente subdividir seus alunos em pequenos grupos (duplas ou trios), atentando para o fato de que pelo menos um dos componentes do grupo tenha um celular android para instalação do jogo. Em seguida, deve-se dar início a roda de conversa (seguindo orientações do guia presente no Apêndice – A), onde serão levantados pontos importantes relacionados à orientação, navegação e pontos cardeais.

Com relação as opiniões expressadas, o professor deve tomar nota sobre os pontos de vista levantados por seus alunos, como foi sugerido anteriormente, será utilizado o gravador de voz do celular do docente. No caso de alguma impossibilidade pode-se solicitar que cada grupo anote suas palavras e as entreguem no final da aula, caso essa estratégia seja adotada, deve-se utilizar as questões apresentadas no Apêndice – A. Uma outra possibilidade é de que o produto seja aplicado de forma remota, neste caso o professor pode gravar a aula para uma posterior comparação com a nova roda de conversa que será realizada no final do projeto na última aula.

Na segunda parte da aula, será apresentado o Pirate Discovery aos alunos ressaltando os seguintes pontos importantes:

- O produto sugere abordar o conteúdo de astronomia de forma prática usando esse conhecimento para se orientar.
- Contém uma aplicação desenvolvida para sistema operacional android sendo possível a instalação em celulares ou tablets.
- O aplicativo tem formato de um jogo com uma temática no contexto histórico das grandes navegações.
- Nas aulas posteriores o estudante deve executar o jogo enquanto interage com seus colegas de grupo e demais alunos.

Esta apresentação deve durar cerca de 15 minutos para que em seguida, no trecho final da aula, seja efetuada a instalação do jogo nos celulares disponíveis dos estudantes. Afim de facilitar a instalação, vamos executa-la através da leitura do código QR da figura abaixo. Por se tratar de um jogo não listado dentro da loja de

aplicativos android, o celular pode mostrar uma notificação de aviso, basta que o estudante confirme a instalação.

Procedimento de instalação

Para efetuar a instalação do jogo ou aplicativo do professor, devemos seguir o passo a passo descrito abaixo. No caso exemplificado aqui, as imagens usadas foram obtidas durante o processo de instalação prático do jogo em um celular. O docente deve instalar o aplicativo do professor e o jogo em seu celular antes desta aula para se familiarizar com o procedimento.

- Passo 1: verificar se o aparelho que será utilizado (seja celular ou tablet) está conectado à internet.
- Passo 2: utilizando um aplicativo de leitura de código QR Code, o estudante deve apontar a câmera do dispositivo para a imagem da figura 1 para que seja efetuada a leitura do código (em alguns aparelhos basta acionar a câmera e apontar para a figura sem a necessidade de um programa de leitura).

Figura 20 – Código QR do jogo

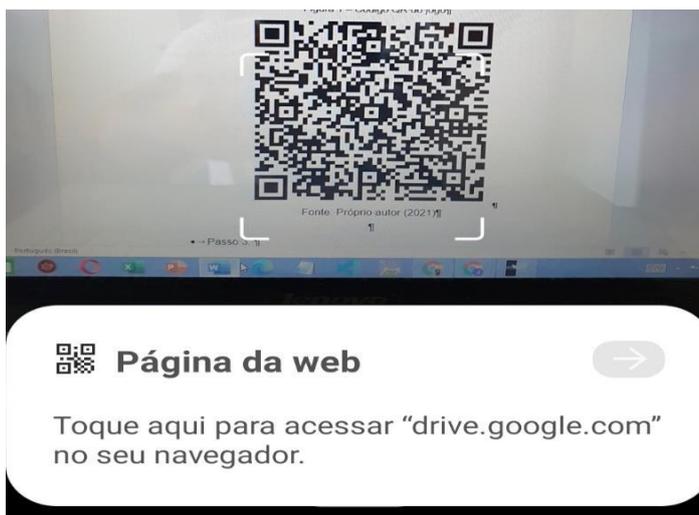


Fonte: Próprio autor (2021).

- Passo 3: após o aparelho efetuar a leitura, ele deve mostrar ao usuário uma mensagem indicando que o código se trata de um link que direciona à um arquivo hospedado no Google drive conforme ilustrado

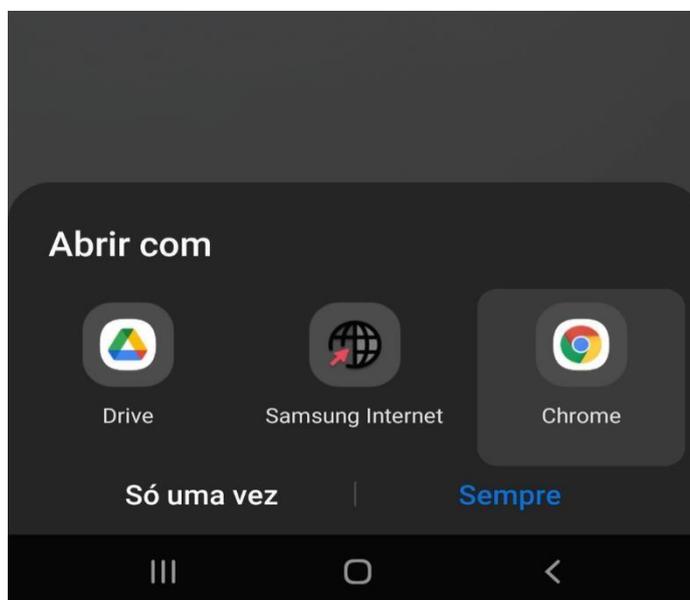
na figura 2. Quando o aluno efetuar a confirmação, existe a possibilidade de o aparelho fornecer opções de alguns aplicativos para executar a ação de abrir o link, se for o caso basta optar por algum navegador como registrado na figura 3.

Figura 21 – Mensagem de leitura.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 22 – Opções de APP.

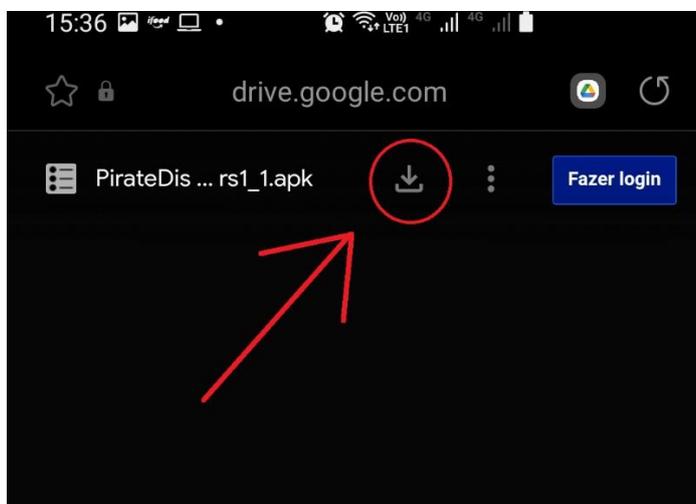


Fonte: Autoria própria (2021).

- Passo 4: assim que o navegador carregar a página, será exibida uma pasta do Google drive com o arquivo do jogo, nesse momento o futuro jogador deve clicar no ícone de download conforme ilustrado na figura

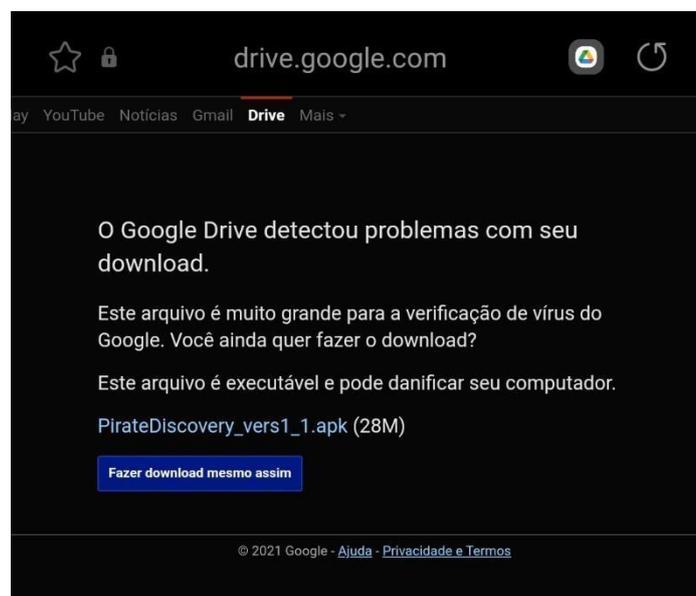
4. Neste ponto do processo de instalação, devemos atentar que o jogo não é um aplicativo oficial da Play Store, sendo assim, o dispositivo android (celular ou tablet) deve exibir mensagem informando que o aplicativo não é confiável e seu download ou instalação podem danificar o aparelho. Isso se deve ao fato de o jogo não possuir uma assinatura oficial da loja, porém basta o estudante confirmar o download e a instalação, nas figuras 5 e 6 temos exemplos de mensagens que podem aparecer.

Figura 23 – Download do jogo a partir do drive.



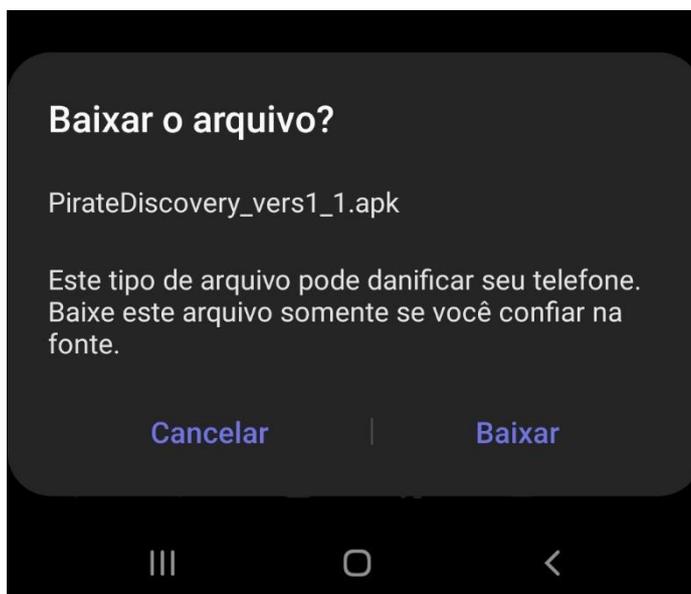
Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 24 – Alerta de Download para arquivo desconhecido.



Fonte: Autoria própria (2021).

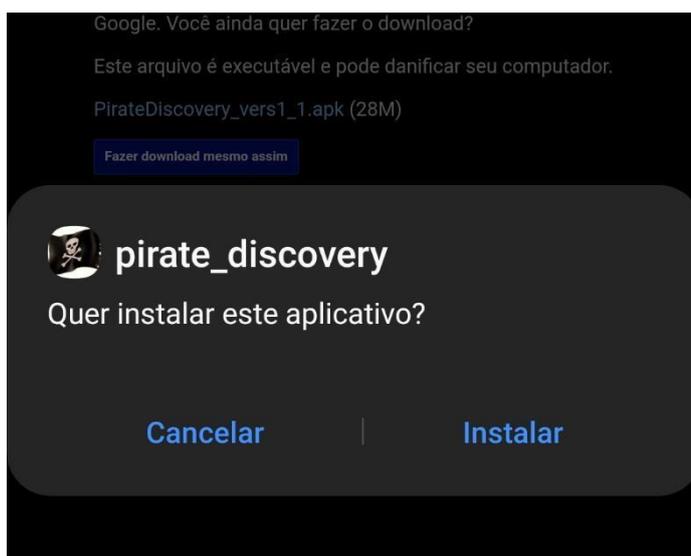
Figura 25 – Alerta de download.



Fonte: Autoria própria (2021).

- Passo 5: Depois de efetuarmos o download, o navegador emite uma mensagem perguntando se o aluno deseja instalar o aplicativo, basta confirmar a instalação e o processo está concluído.

Figura 26 – Confirmação de instalação.



Fonte: Autoria própria (2021).

Vale a pena ressaltar que alguns dispositivos podem emitir uma mensagem informando que a instalação foi concluída e que basta clicar para o jogo ser aberto, o

estudante pode confirmar a mensagem, porém, o jogador só consegue acessar as fases do jogo após efetuar um pequeno cadastro. Para a instalação do aplicativo do professor por parte do docente, o procedimento é idêntico ao listado acima, alterando apenas o código QR de leitura (listado na figura 8), devendo ser instalado de forma prévia a aplicação do produto.

Figura 27 – QR Code para aplicativo do professor.



Fonte: Autoria própria (2021).

Procedimento de cadastro

Para efetuar o cadastro, o aluno deve dispor de 4 dados a serem inseridos dentro do jogo: seu nome, uma senha de acesso de sua escolha, o nome de sua escola e a numeração da sua turma. Com relação a estes dados, citamos abaixo tópicos importantes para a formação destes:

- **Caracteres:** o jogo permite a utilização de qualquer caractere presente no teclado do celular, porém devemos ressaltar que a aplicação faz a diferenciação entre letras maiúsculas e minúsculas, o que deve ser observado na formação dos dados.
- **Nome:** o estudante pode utilizar a grafia que preferir não havendo limitação quanto ao número ou tipo de caractere, mas é válido ressaltar que o aluno será identificado no aplicativo do professor por esse dado, além de ter que usá-lo toda vez que quiser acessar o jogo (aconselha-se sugerir aos alunos a adoção de nomes mais simples).

- **Senha:** não há restrições quanto a tamanho, letras, números, maiúscula ou minúscula, porém deve-se ressaltar que tanto a senha quanto o nome serão usados todas as vezes que for efetuado login no jogo.
- **Escola e Turma (sala):** aqui o professor deve escolher a forma como será a grafia para escrever os dois dados e seus alunos devem copiar estes dados de forma idêntica para que não haja duplicidade de escola ou turma. Estas informações organizam o banco de dados e são usadas para gerar a estatística do jogo.

Na prática, para o estudante efetuar o cadastro dentro do jogo é algo simples, basta que ele abra o jogo, e na tela inicial retratada na figura 9 o aluno deve clicar em cadastro, assim ele será direcionado para uma tela onde deve inserir os 4 dados que foram mencionados acima seguindo as orientações. A figura 10 mostra a imagem da tela de cadastro do jogo Pirate Discovery.

Como último passo, após preencher os dados, o aluno deve clicar em confirmar, então o jogo volta para tela inicial e o cadastro. Ainda na tela inicial do jogo, o aluno pode usar seu nome e senha cadastrados para fazer o login e confirmar que o procedimento foi feito de forma correta.

Figura 28 – Tela inicial do jogo.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 29 – Tela de cadastro de jogo.



A screenshot of a registration screen titled "Tela de Cadastro" in yellow text at the top. The background is a dark, stylized illustration of a pirate ship on the sea at night, with a large full moon and silhouettes of mountains and birds. The form contains four input fields: "Nome: (login)" with the placeholder "digite nome", "Senha:" with an empty field, "Escola:" with the placeholder "nome da escola", and "Turma: (sala)" with the placeholder "digite nome/num. tu". At the bottom left is a green "VOLTAR" button, and at the bottom center is a blue "CONFIRMA" button.

Fonte: Autoria própria (2021).

Manuseio da aplicação do professor

Para o aplicativo do professor, as recomendações de instalação e cadastro, se assemelham às instruções fornecidas anteriormente para o jogo Pirate Discovery. A exceção é que para cada um dos aplicativos temos códigos QR Code distintos, além do fato de na tela de cadastro do app do professor termos apenas 3 dados para preencher: o nome do docente, a escola onde aplicará o produto e uma senha de acesso.

Este aplicativo deve ser instalado pelo tutor antes dos estudantes acessarem o jogo em seus celulares, pois o aplicativo do professor é capaz de acessar os dados de login e senha dos alunos. No caso de algum deles esquecer seu login ou senha de acesso, o docente é capaz de captar esses dados e fornece-los ao estudante. Nas figuras 11 e 12 temos o exemplo da tela de login e de acesso do aplicativo do professor.

Figura 30 – Tela de login no aplicativo do professor.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 31 – Tela de cadastro app do professor.



Fonte: Autoria própria (2021).

Para pesquisar os dados do aluno, o docente deve efetuar seu cadastro e entrar no aplicativo, feito isso, o professor irá se deparar com uma tela (Figura 13) onde ele deve informar o nome da escola e a turma a qual ele deseja realizar a pesquisa. Aqui é válido ressaltar que como foi mencionado anteriormente, os dois dados a serem usados devem ter a grafia escrita de forma idêntica à qual foi definida para o cadastro dos alunos.

Depois do preenchimento de maneira adequada dos dados, o professor deve clicar no botão para geração de lista, se tudo foi preenchido de forma correta, deverá aparecer uma listagem com os nomes utilizados pelos alunos no momento do cadastro. Por último, o docente deve tocar o nome do estudante ao qual deseja obter

os dados, então será exibido na tela o login do aluno e sua senha (dados importantes para o caso de perda do acesso por parte do estudante), além do número de entradas do aluno, suas respostas corretas e seus erros.

Para acessar dados de outro estudante da sala, basta que o professor clique novamente no botão de geração de lista que esta será exibida de novo e ele pode selecionar outro aluno. No caso de consulta de dados de outra turma ou sala, basta o tutor alterar o dado referente a nova turma ao qual deseja acessar e repetir o processo que será gerada uma nova lista com os estudantes da sala em questão.

Figura 32 –Tela para obtenção de dados app professor.

Fonte: Autoria própria (2021).

3.2.2 Aula 02: Rosa dos Ventos

Duração: 50 minutos.

Objetivos

Neste ponto de aplicação da sequência de ensino, os alunos devem ter contato com o ato de utilizar o jogo, entender sua dinâmica e por consequência se inteirar da dinâmica do aplicativo. Ao final da aula, o aluno deve ser capaz de compreender a necessidade de um padrão e a utilidade prática de organizar os pontos cardeais na rosa dos ventos, suas subdivisões e siglas. Por fim, com a atividade prática inclusa dentro do jogo (através de um vídeo) o estudante deve confeccionar sua própria rosa dos ventos.

Materiais necessários

- Celular ou Tablet com sistema operacional android (com jogo instalado).
- Datashow, de preferência conectado à um computador com acesso à internet.

- Quadro negro ou branco com giz ou pincel.
- Duas folhas de papel ofício (brancas ou coloridas).
- Uma tesoura sem ponta.
- Lápis de cor ou canetinha.

Tubo de cola para papel.

Metodologia

Com base nos grupos formados na primeira aula, o docente deve organizar seus alunos e observar a presença de ao menos um aparelho com o jogo instalado em cada grupo. Depois de verificar estes requisitos o professor deve comunicar aos estudantes o início da atividade de jogo, ou seja, que estes iniciem o Pirate Discovery e comecem a jogar. Para esta atividade reservamos os primeiros 20 minutos da aula, os alunos que conseguirem finalizar a fase antes deste intervalo devem aguardar até que todos os grupos cheguem ao mesmo ponto.

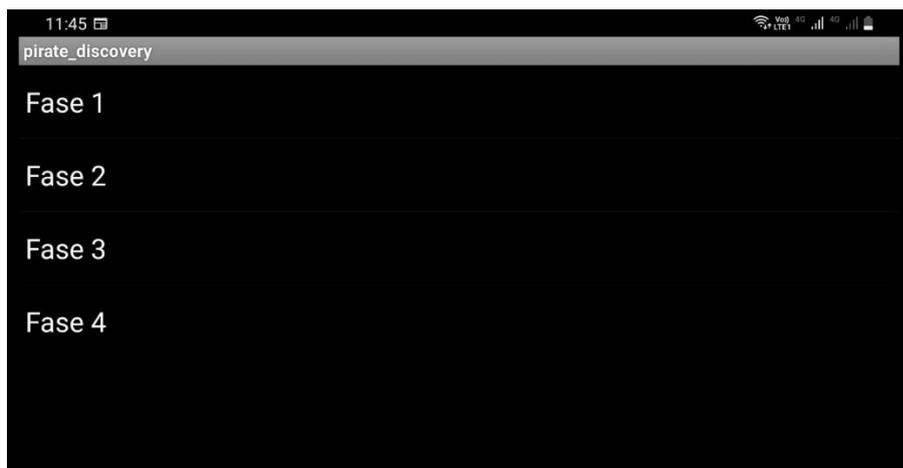
O professor pode sugerir aos estudantes mais ágeis que repitam algum desafio presente na fase enquanto aguardam. Nos 20 minutos seguintes da aula, os alunos devem assistir ao vídeo⁶ de um experimento presente no final da fase 1 que consta de um passo a passo para a construção da rosa dos ventos

Descrição da Fase 1

Quando o estudante preencher os dados de login na página inicial do jogo e realizar a confirmação, ele será direcionado para uma tela de seleção de fases conforme ilustrado pela figura abaixo. Na tela em questão, o aluno tem a opção de selecionar qualquer uma das 4 fases, porém, a única delas que tem acesso liberado inicialmente é a Fase 01, as outras 3 fases exigem uma senha para que o aluno possa entrar. O mecanismo de senha de acesso para cada fase foi concebido para que o docente controle a progressão dos jogadores.

Figura 33 – Tela de seleção de fases.

⁶ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UpiYhsuM2Og&t=1s> . Acessado em 16 de novembro de 2021.



Fonte: Autoria própria (2021).

A primeira fase do jogo é de curta duração com alguns desafios voltados para o aluno se ambientar com a dinâmica do jogo e para o entendimento e a confecção da rosa dos ventos. Ao entrar na fase, o estudante se depara com um cenário de um porto marítimo e lhe é apresentado um personagem, que através das instruções guia o jogador durante a atividade. A fase também conta com opções de ajuda caso o jogador encontre dificuldades.

Figura 34 – Captura de tela da fase 1.



Fonte: Autoria própria (2021).

Experimento da primeira fase

O experimento desta fase consiste em construir uma rosa dos ventos usando como matéria prima o material listado anteriormente, todas as instruções de como efetuar esta construção serão dispostas através de um vídeo. Assim que o estudante chega ao final da fase 01 ele é informado sobre o vídeo do experimento pelo personagem, quando o aluno clicar no botão indicado será direcionado para o vídeo

em específico dentro da plataforma do Youtube, então em casos onde o aparelho celular ou tablet do jogador não possuem o aplicativo da plataforma, existe a possibilidade de o aparelho solicitar sua instalação.

Figura 35 – Introdução vídeo do experimento



Fonte: (CYGAINSKI, 2020).

O experimento em questão é bem simples e tem por objetivo fazer com que o estudante consiga compreender como os pontos cardeais e suas subdivisões estão dispostos além de confeccionar uma ferramenta que auxilia o aluno durante os desafios presentes dentro do jogo.

Figura 36 – Exemplo de Rosa dos Ventos.



Fonte: (CYGAINSKI, 2020).

3.2.3 Aula 03: Usando o Sol como guia

Duração: 50 minutos.

Objetivos

Na terceira aula o jogo explora a possibilidade da utilização do Sol como uma referência para a navegação. Após a atividade o estudante deve ser capaz de utilizar os conhecimentos dos encontros anteriores para determinar as direções dos pontos cardeais tomando como base a posição do Sol, compreender o movimento relativo do astro em questão no céu e como esse movimento pode ser utilizado para alinhar a rosa dos ventos construída na aula anterior.

Materiais necessários

- Celular ou Tablet com sistema operacional android (com jogo instalado).
- Datashow, de preferência conectado à um computador com acesso à internet.
- Quadro negro ou branco com giz ou pincel.
- Haste longa e reta com cerca de 1m de comprimento (cabo de vassoura, bambu, uma barra).

Pequenos objetos para marcação no solo (pedras, bolas de gude, pedaço de giz).

Metodologia

Novamente com os estudantes reunidos nos grupos determinados anteriormente, o professor deve iniciar a aula com uma roda de conversas nos moldes descritos no apêndice A. As questões e pontos a serem levantados neste momento se referem a aula anterior (sobre rosa dos ventos) a fim de sondar os conhecimentos e experiências vivenciadas no encontro passado além de promover o nivelamento de algum aluno que esteja tendo dificuldades com o produto.

Esse diálogo inicial deve ter uma duração de 15 minutos e assim como nas aulas anteriores, o docente deve gravar tais diálogos sendo que, essa roda de conversa deve ser orientada pelas seguintes questões:

- Qual a relação entre movimento da terra, seus polos geográficos e os pontos cardeais?
- Quais são os pontos cardeais, suas subdivisões, suas siglas e como se organizam?
- Discurse sobre uma aplicação prática dos pontos cardeais (professor pode utilizar um mapa do país destacando as regiões ou até um mapa da própria cidade).

Os próximos 15 minutos da aula são dedicados ao jogo Pirate Discovery, onde os estudantes devem se voltar aos dispositivos celulares e tablets para efetuar o login no jogo. Na sequência o aluno deve selecionar a fase de número 2 no menu, feito isso ele será direcionado para a segunda fase, porém o jogo solicita uma senha de acesso para desbloqueá-la, no caso da fase 2 a senha é: **erat**.

Os últimos 20 minutos da aula são destinados a atividade prática de estabelecer a direção dos pontos cardeais na geografia local usando o Sol como referência, assim como o encontro anterior, existe um vídeo⁷ no final da fase que orienta o estudante de como o experimento deve ser executado.

Descrição da fase 2

Primeiramente, para o estudante acessar a fase, é necessária uma senha, tal recurso foi criado para que o professor tenha um controle mínimo do progresso de seus discentes durante as atividades, o mecanismo de senha de acesso se repete nas fases 03 e 04 sendo que somente a primeira fase tem acesso livre. A senha de acesso para a fase número 2 é “**erat**” em homenagem ao estudioso grego Eratóstenes que é amplamente conhecido por ser o primeiro estudioso a medir a circunferência da Terra com uma boa margem de precisão além de ser considerado fundador da disciplina de geografia.

Figura 37 _ Tela de acesso da Fase 02.



Fonte: Autoria própria.

Ao entrar na fase, o aluno se depara com o ambiente da era das grandes navegações a bordo de um navio onde lhe é apresentado um novo personagem cujo

⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-ubV61S3b64>. Acessado em 16 de novembro de 2021.

diálogo é direcionado a introduzir desafios que expõem a visão do estudante acerca do movimento aparente do Sol e como usar de forma prática tal conhecimento para determinar as direções dos pontos cardeais Temos na figura abaixo uma captura de tela da Fase 2.

Figura 38 – Captura de tela Fase 02.

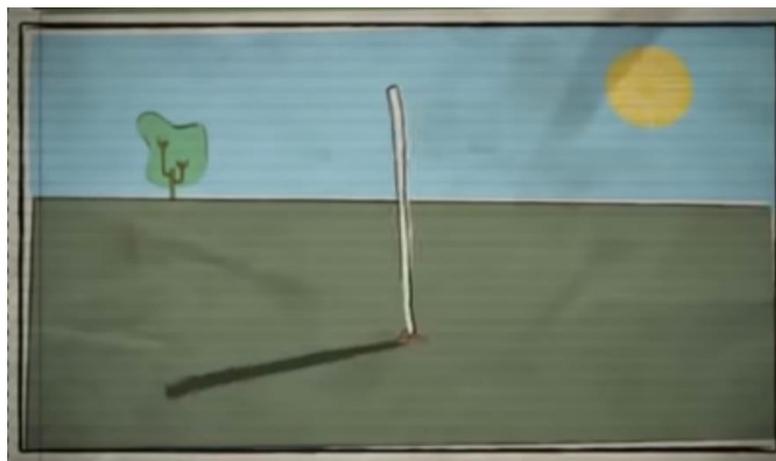


Fonte: Autoria Própria.

Experimento da segunda fase

O experimento em questão trata-se de uma abordagem prática do conteúdo teórico mencionado nesta fase, o estudante deve se dirigir a um ambiente no qual seja possível visualizar o céu ensolarado (o docente deve alertar os alunos a não olharem diretamente para o Sol). Deve-se fixar uma haste reta de forma perpendicular ao solo, caso não seja possível, pode-se utilizar o mastro de hasteamento da bandeira no pátio da escola com referência e na sequência olhar a posição da sombra da extremidade da haste e fazer a marcação no solo (seja com uma pedra o com um traço usando giz), como mostra a figura abaixo.

Figura 39 – Experimento Movimento Solar (gnômon).

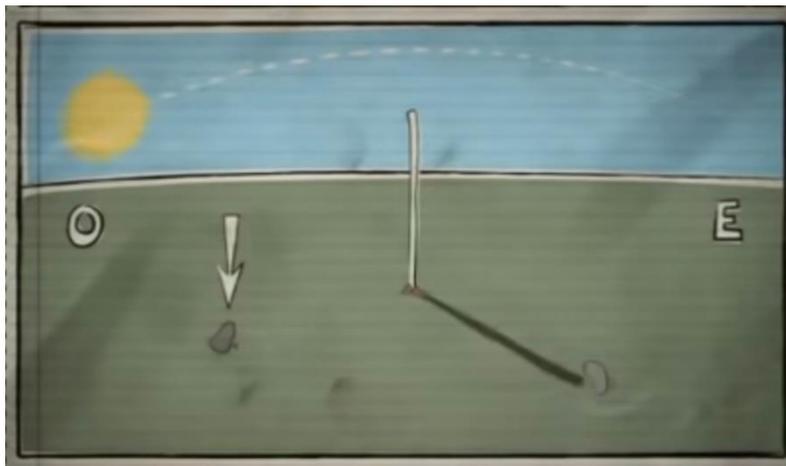


Fonte: (LAMEGO, 2012).

Agora resta aos participantes aguardarem cerca de 20 minutos para realizarem uma nova marcação, aqui é importante salientar que manter os alunos ociosos durante esse intervalo de tempo pode se tornar um problema. Uma das soluções propostas é que o aluno retorne ao jogo e refaça os desafios enquanto aguarda até que seja possível realizar a segunda medição. Uma outra alternativa que pode ser utilizada seria a possibilidade de efetuar a primeira marcação no início da aula, após a roda de conversar e antes dos alunos iniciarem no jogo Pirate Discovery.

Com as duas marcações é possível traçar uma linha entre os dois pontos assinalados. As extremidades desta linha estão alinhadas de forma aproximada com os pontos cardeais leste e oeste, sendo assim torna-se possível determinar a direção do restante dos pontos cardeais. Como foi exposto dentro da fase do jogo, o Sol nasce a Leste e se põe a Oeste, porém a sombra da extremidade da haste se desloca em sentido contrário, ou seja, a primeira marcação no solo é a direção Oeste e a segunda aponta para direção Leste.

Figura 40 – Experimento gnômon (linha Oeste–Leste).



Fonte: (LAMEGO, 2012).

3.2.4 Aula 04: Observando as estrelas

Duração: 50 minutos.

Objetivos

A quarta aula desta sequência de ensino tem como meta apresentar o problema da determinação dos pontos cardeais utilizando como referência elementos presentes no céu noturno. Ao final da aula, o estudante deve ser capaz de compreender que uma constelação é formada por um grupo específico de estrelas com a configuração de uma determinada figura, que tais estrelas descrevem um movimento aparente no céu com o passar da noite.

O aluno também deve entender que a aparência do céu noturno varia conforme a região de observação (céu estrelado do hemisfério norte e céu estrelado do hemisfério sul) e com o decorrer do ano; por consequência a estrela ou constelação usada como referência para orientação difere dependendo do hemisfério no qual o navegador se encontre. E por fim o estudante ao final da aula deve estar ciente da existência de instrumentos náuticos (no nosso caso a bússola) capazes de fornecer os meios para nos orientar, ter a compreensão de como construir e utilizar uma bússola simples.

Materiais necessários

- Celular ou Tablet com sistema operacional android (com jogo instalado).
- Datashow, de preferência conectado à um computador com acesso à internet.
- Quadro negro ou branco com giz ou pincel.
- Um clipe de papel pequeno
- Recipiente com água (um copo ou algo semelhante)

- Um ímã
- Uma rolha de garrafa (pode ser substituída por uma tampa plástica de garrafa pet)
- Bússola industrializada convencional para comparação.

Metodologia

A aula se inicia com a reunião dos alunos em seus respectivos grupos já estabelecidos e começamos o encontro com nossa roda de conversa nos moldes estabelecidos no apêndice A. Novamente, o diálogo deve durar cerca de 15 minutos onde os discentes devem tecer comentários sobre 3 questões norteadoras que descrevem o conteúdo abordado na aula anterior, com o intuito de revisar o que foi exposto e promover condições para o nivelamento da turma. As questões a serem debatidas estão listadas abaixo:

- Descreva o movimento da Terra e relacione com às posições no céu ao qual visualizamos o nascer e o pôr do Sol.
- Com relação ao experimento da aula passada, ele é preciso na determinação da direção dos pontos cardeais?
- Ainda sobre o experimento passado, podemos torna-lo mais preciso? Como faríamos isso?

Na sequência da aula, os próximos 15 minutos serão dedicados ao jogo Pirate Discovery então, os estudantes devem novamente efetuarem o login no aplicativo de jogo e na tela de seleção devem escolher a Fase 03. Com isso, serão direcionados para a tela de login da fase conforme a figura abaixo.

Figura 41 – Tela de login Fase 03.



Fonte: Autoria Própria.

A senha de acesso para a terceira fase é: **nico**; a escolha da senha é uma pequena homenagem ao astrônomo e matemático polonês Nicolau Copérnico que desenvolveu a teoria heliocêntrica para o sistema solar. Os estudantes devem jogar os desafios proposto durante a fase enquanto interagem com os demais colegas. Ao chegarem no final da fase devem aguardar a conclusão dos demais alunos com o aplicativo permanecendo em aberto para a visualização do vídeo sobre o experimento. Nos 15 minutos finais do encontro, os alunos devem assistir o vídeo⁸ presente na fase e de posse dos materiais necessários, construir suas bússolas de acordo com as instruções fornecidas.

Descrição da fase 3

Ao entrar na fase, o estudante se depara com um cenário que arremete ao convés de um navio, algo já habitual dentro do jogo, porém com elementos que introduzem a ideia do período noturno.

⁸ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=a6Ce5yM28CQ&t=398s>. Acessado em 16 de novembro de 2021.

Figura 42 – Captura de tela Fase 03.



Fonte: Autoria própria.

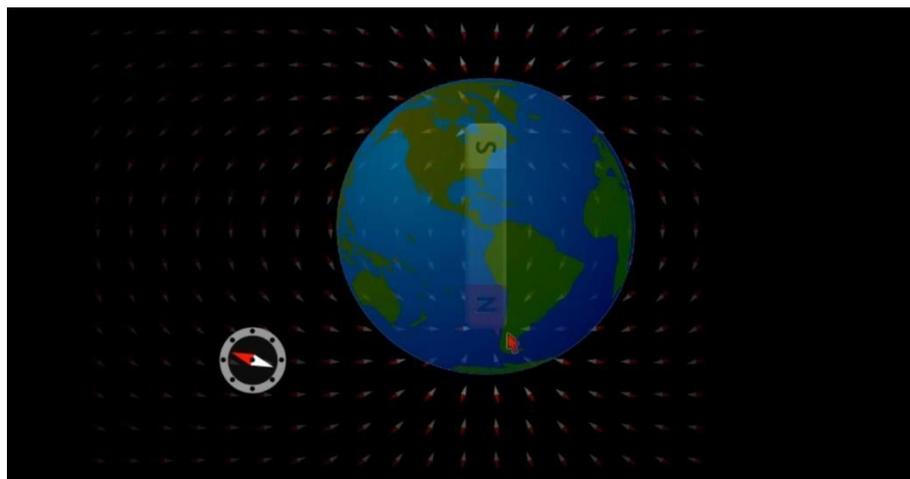
No decorrer da etapa ocorre a introdução de um novo personagem que guia o jogador por desafios relacionados à conhecimentos sobre o hemisfério norte e o hemisfério sul, e que algumas estrelas e constelações serão visíveis em apenas um deles. No jogo é exposta a ideia de que alguns desses elementos podem ser usados como referência para indicar a direção de algum ponto cardinal, e no caso em específico do hemisfério sul, seguindo algumas orientações disposta no aplicativo, podemos utilizar a constelação do Cruzeiro do Sul para encontrar a direção Sul.

O aplicativo mostra ao jogador as especificidades na utilização de uma constelação para se orientar como por exemplo o movimento aparente das estrelas no céu noturno. Dentro do jogo também expõe situações problema como, nessa fase em específico, a possibilidade de um navegador estar sob tempo ruim não havendo possibilidade de visualizar as estrelas, para isso na seção final da fase é introduzido o conceito da bússola como instrumento náutico.

Experimento da terceira fase

A ideia central desse experimento é fazer com que o estudante seja capaz de construir uma bússola caseira simples com materiais de baixo custo, para efetuar tal tarefa o estudante deve seguir o passo a passo fornecido pelo vídeo cujo link está presente no final da fase. O vídeo em questão também esclarece alguns pontos a respeito do funcionamento da bússola e como se alinha ao campo magnético terrestre.

Figura 43 – Vídeo do experimento da Fase 03.



Fonte: (MARCIO, 2020).

Neste trabalho não temos por objetivo o aprofundamento de questões referentes a formação e dinâmica do campo magnético terrestre tal qual a construção e características de ímãs, o que visamos neste projeto é a construção e utilização prática do instrumento. Para a construção da bússola, o estudante deve desamassar o clip de papel até que ele se torne uma haste metálica reta, feito isso, deve-se pegar essa haste e atrita-la com o pedaço de ímã para magnetiza-la, e para finalizar devemos dispor a nossa haste sobre o pedaço de rolha de garrafa.

Em nosso recipiente, devemos adicionar água até a metade ou o suficiente para que permita a flutuação da rolha e para finalizar devemos colocar o conjunto rolha e haste dentro do recipiente permitindo que flutue livremente a fim da haste poder girar e se alinhar com a linha Norte–Sul do planeta. Para determinar qual das extremidades da haste está alinhada com a direção norte, o estudante deve aplicar os conhecimentos obtidos nas aulas anteriores, a rosa dos ventos construída na primeira experiência também pode ser utilizada em conjunto com a bússola recém confeccionada.

3.2.5 Aula 05: Navegando na prática

Duração: 50 minutos.

Objetivos

Na última aula de nossa sequência de ensino, com o auxílio do jogo Pirate Discovery vamos promover a experiência prática de navegação com desafios que exijam os conhecimentos variados abordados até agora. Após os estudantes participarem deste encontro espera-se que eles sejam capazes de determinar a

direção dos pontos cardeais usando mais de uma forma na determinação destas direções.

Os alunos também devem poder analisar qual o melhor método para definir uma direção de navegação dependendo das circunstâncias que se apresentam além de relacionar os diversos conhecimentos e métodos diferentes abordados até aqui para que, além de se orientar possam confirmar de forma redundante a sua escolha por ao menos duas formas distintas.

Materiais necessários

- Celular ou Tablet com sistema operacional android (com jogo instalado).
- Datashow, de preferência conectado à um computador com acesso à internet.

Quadro negro ou branco com giz ou pincel.

Metodologia

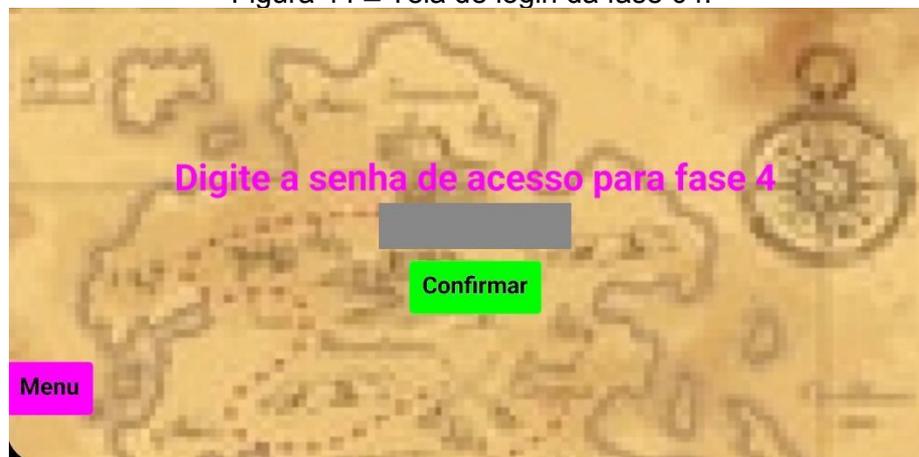
A última aula da sequência se inicia com uma roda de conversa que, assim como os diálogos iniciais das aulas anteriores é orientada pelo guia presente no apêndice A. Lembrando sempre que esse encontro, assim como os anteriores, deve ser registrado pelo professor seja pela captura do áudio ambiente ou no caso do ensino remoto a gravação da aula. Para esta atividade, as questões orientadoras devem abordar o conteúdo da aula anterior promovendo uma pequena revisão, sendo assim temos as seguintes questões abaixo:

- Depois do contato com a fase 03 do jogo Pirate Discovery, você conseguiu adquirir alguma informação nova sobre a organização e movimento das estrelas e constelações?
- Após o contato com o jogo, encontrou a constelação do Cruzeiro do Sul no céu noturno a partir da sua residência? Se sim, como verificou se localizou a constelação correta?
- Teve êxito em construir a sua bússola caseira? Como descobriu qual lado da agulha aponta para o norte?

Esse momento inicial da aula deve durar por aproximadamente 15 minutos e na sequência devemos iniciar o jogo Pirate Discovery, após efetuar o login no aplicativo o aluno deve selecionar a fase 04 e o jogador será direcionado para tela onde será solicitada a senha específica desta fase. No caso da fase em questão a senha de acesso é: **gali** em homenagem ao Físico, Astrônomo e Engenheiro Galileu

Galei que possui várias contribuições no campo da ciência dando sua grande parcela de contribuição na confecção de telescópios e no seu uso para efetuar observações relevantes, além de ser um grande defensor da teoria heliocêntrica.

Figura 44 – Tela de login da fase 04.



Fonte: Autoria Própria.

Os alunos devem praticar esta fase de forma livre explorando as diferentes possibilidades de rotas de navegação assim como os diferentes métodos de orientação para determinação dos pontos cardeais. O docente deve se atentar para que nos 20 minutos finais da aula, os alunos respondam um questionário⁹ que se encontra presente no final da última fase, o formulário em questão conta com questões que visam obter a opinião dos estudantes sobre a experiência de participar deste projeto.

O questionário mencionado aqui foi desenvolvido dentro da plataforma do Google Forms, esta ferramenta é capaz de armazenar as informações das repostas dos jogadores através de um arquivo no formato de uma planilha de dados¹⁰. Com isso, temos duas formas de recolher informações dos alunos envolvidos: a primeira delas de forma indireta através da estatística de erros e acertos fornecida pelo

9

Disponível em: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd5L_JeP69xKuHevd_wycRpMpr3s6QKWyREDFXleGseu8qlA/viewform?usp=sf_link. Acessado em novembro de 2021

10

Disponível em: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1TyFAVrzfajvoqK7cbVZudbOmO7Gi4-th8sLBIYuweE/edit?usp=sharing>. Acessado em novembro de 2021.

aplicativo do professor e a segunda maneira obtém-se de forma voluntário do estudante através do preenchimento deste último formulário.

Ainda na etapa final do nosso último encontro devemos retornar as questões que foram abordadas na aula de introdução, perguntas estas que constam no apêndice A. As opiniões e comentários dos alunos devem ser gravadas para uma posterior comparação com o que foi relatado por estes durante a primeira roda de conversa realizada na aula 01.

Descrição da fase 4

Assim que adentra a última fase do jogo, o estudante se depara com o deque do navio e em seguida, uma sala que se trata de uma área protegida onde, é comum encontrar os mapas de navegação. Nesse contexto, o diálogo do personagem conduz o jogador de modo intuitivo e progressivo a ingressar em um mapa de jogo onde temos um conjunto de ilhas dispostas da forma descrita na figura abaixo.

Figura 45 – Mapa de navegação da fase 04.



Fonte: Autoria própria.

Nesse ponto o jogo oferece ao aluno a opção de escolher em qual das ilhas ele dará início a sua viagem, depois o jogo solicita a escolha de outra ilha qualquer como ponto de chegada da sua viagem. Assim que os dois pontos em questão já estão definidos, o jogo se encarrega de oferecer algum tipo de referência para que o navegador possa se orientar e determinar a direção de navegação. Os desafios devem ser jogados de forma espontânea e repetida pois as condições mudam de forma aleatória propiciando sempre uma nova possibilidade de testar os conhecimentos adquiridos pela aplicação da sequência de ensino.

4 RESULTADOS DA APLICAÇÃO

No momento da aplicação deste projeto, a escola na qual lecionava se encontrava de portas fechadas devido à um processo de greve que afetava alguns órgãos estaduais. Como solução deste impasse após o convite, um professor amigo que na época em questão lecionava numa escola da rede estadual de ensino situada no bairro Nossa Senhora de Lourdes na cidade de Juiz de Fora, se dispôs a ceder algumas de suas aulas para que esta sequência de ensino fosse aplicada. O processo se iniciou no primeiro semestre do ano de 2022 dentro do primeiro bimestre, no mês de abril.

O produto foi aplicado à uma turma de 3º ano com aproximadamente 10 alunos frequentes divididos em 4 grupos formados de 2 ou 3 indivíduos. As 5 aulas foram ministradas em duas manhãs consecutivas sendo que no primeiro dia ocorreram as 3 primeiras e na segunda manhã as duas restantes. Havia a falta de alguns professores do quadro de funcionários da escola, fato que gerou algumas aulas vagas que foram utilizadas neste projeto. As condições nas quais ocorrem a aplicação deste produto não são as ideais, porém foi a única maneira disponível naquele momento.

4.1 DESCRIÇÃO DOS RELATOS DAS AULAS

4.1.1 Aula 01

Por se tratar do primeiro encontro com esta turma, houve um diálogo inicial para apresentar alguns pontos do projeto como metodologia, duração e tema. Logo que os alunos se puseram a par da dinâmica foi iniciado a roda de conversa nos moldes citados no apêndice A. A primeira questão levantada no diálogo foi a seguinte:

- Comente a sua visão sobre o que são os polos norte e sul geográficos.

Essa questão expôs uma grande dificuldade dos alunos em associar as ideias e conteúdos vistos por eles durante sua vida estudantil em relação com o ambiente ao seu redor. O fato fica evidenciado por algumas respostas como “faz muito frio lá” ou “ficam em cima e embaixo do planeta”. As falas registradas mostram a visão enraizada no subconsciente destes, devido a representações em sua grande maioria por figuras presentes em materiais didáticos que ilustram o planeta como uma esfera com o polo norte sempre orientado para cima.

- Qual a relação entre os polos norte e sul geográficos e os movimentos da terra?

Já com a segunda pergunta, caminhando progressivamente na sequência, ainda houve muita resistência dos estudantes em expor suas opiniões, porém as respostas obtidas ainda se resumiam as falas levantadas na primeira questão. Nenhum dos alunos foi capaz de associar de maneira clara os pontos cardeais Norte e Sul com o eixo de rotação do planeta.

- O que são pontos cardeais e qual a relação entre eles e os polos geográficos?

Nesse ponto do diálogo alguns alunos começaram a mencionar alguns pontos cardeais enumerando as quatro direções básicas ainda com dificuldade em mencionar as subdivisões entre essas direções. Por sugestão dos estudantes durante seus comentários, a lousa branca foi utilizada para esboçar um desenho do formato do planeta, e neste foi indicado por eles as direções dos pontos cardeais.

Nesse momento houve a seguinte fala de um dos estudantes: “ah, o polo norte e o polo sul”; evidenciando assim a percepção da associação entre os pontos cardeais e o eixo de rotação do planeta com o auxílio de um recurso visual, porém não houve nenhuma fala capaz de exemplificar a importância de um sistema de orientação envolvendo os pontos cardeais.

- Comente sobre sua percepção relacionada ao movimento dos objetos visíveis no céu e o movimento do nosso planeta.

A princípio os discentes tiveram dificuldade em se expressar e solicitaram auxílio, então foi questionado se o local onde eles estavam sentados estava sendo iluminado de forma direta pelo Sol naquele momento. Então surgiram comentários como “não, mas umas 11 e pouquinho bate Sol”, “sim, porque está rodando”.

Nesse momento, os estudantes por conta própria começaram a discutir entre si se o movimento aparente dos objetos no céu se deve ao deslocamento destes ou ocorre devido a rotação da terra, “é o Sol que roda ou é o planeta?”. Em sua discussão eles concluíram que o movimento aparente se deve aos movimentos da Terra.

- Estando na escola no momento, você consegue dizer a direção que se encontra a sua casa? Caso esteja em casa, consegue no momento dizer a direção para se caminhar até a escola?

Na última questão, um dos primeiros comentários que surgiu foi: “se for questão de oeste, leste essas coisas aí eu não sei não”, mesmo desconhecendo a direção dos pontos cardeais naquele local, o aluno foi capaz de associar os pontos cardeais e a direção de navegação. Outros grupos de alunos responderam que para se dirigem da escola para casa, deveriam caminhar na direção norte, quando questionados, a justificativa foi: “é porque eu saio da escola e ando para lá”, apontando os braços para frente.

Essa resposta corrobora com a visão de que norte é para cima e sul para baixo como foi comentado na primeira questão. Por curiosidade foi levantado o seguinte questionamento aos estudantes após essa justificativa: “Se o professor está posicionado a sua frente e olhando para o aluno, a direção Norte para ele seria o oposto ao afirmado pelo aluno?”. Os alunos presumiram que não, e justificaram da seguinte forma: “se a gente for olhar a rosa dos ventos, de acordo com ela acho que o Norte é para lá”.

Após esse diálogo que durou cerca de 20 minutos, iniciou-se a explicação do produto educacional que se trata de um jogo para dispositivos móveis, foi exposto aos estudantes a temática do aplicativo que aborda o problema de navegação e orientação usando astronomia. No segundo momento foi informado a eles o passo a passo do método de instalação do jogo e a efetuação do cadastro para seu uso.

Como já previsto, os discentes não tiveram dificuldades com a instalação do aplicativo, os únicos questionamentos levantados foram sobre a senha da rede wifi criada para o caso de o aluno não contar com internet e sugestão de aplicativos para leitura de código QR Code. No segundo caso foi explicado a eles que nas últimas atualizações para celulares android, a câmera reconhece esse código de forma nativa.

Após todos os alunos efetuarem o download e a instalação do jogo, foi solicitado a cada aluno que se dirigisse à mesa do professor para que seu cadastro de jogo fosse efetuado de forma individual a fim de minimizar a possibilidade de erros de redundância nesta etapa. Durante todo este período foi permitido que os estudantes conversassem livremente sobre qualquer assunto.

4.1.2 Aula 02

A segunda aula se iniciou com a divisão dos grupos e algumas instruções sobre como esta etapa iria transcorrer, houve um grupo de alunos que não conseguiu acessar o jogo na primeira tentativa, porém com alguns ajustes efetuaram o login. Os

estudantes foram alertados para manterem a aplicação aberta no final da fase para que fosse realizada uma atividade prática.

Um grupo, que finalizou a fase proposta rapidamente em cerca de 5 minutos de atividade, solicitou autorização para acessar a segunda fase. Foi informado ao grupo que somente na próxima aula a fase seria aberta. Durante o segundo encontro ficou registrado no áudio por diversas vezes o interesse pela programação de aplicativos com questionamentos do tipo: “onde você conseguiu esse jogo?”, “você fez tudo que está no jogo?”.

Para alunos que terminaram a atividade de forma muito rápida foi sugerido que poderiam repetir algum desafio presente nesta fase, então alguns refizeram a atividade e começaram a interagir dentro do próprio grupo e de terceiros discutindo a solução dos problemas. Após 15 minutos manipulando o aplicativo, todos os grupos conseguiram finalizar os desafios propostos.

Na sequência da aula foi distribuído aos alunos o material necessário para efetuar o experimento prático, apesar do vídeo explicativo do experimento com o passo a passo para a construção de uma rosa dos ventos de papel, os estudantes demonstraram algumas dificuldades como a quantidade de folhas e cores diferentes que deveriam utilizar e como realizar as dobras no material para atingir o formato desejado.

Figura 46 – Atividade prática 01.



Fonte: Autoria própria.

Os estudantes dedicaram o tempo restante da aula a esta atividade havendo a adesão total por parte deles, nesse intervalo o diálogo entre eles resumiu-se as dificuldades na confecção da rosa dos ventos.

4.1.3 Aula 03

No início deste encontro, foi levantada uma breve discussão sobre 3 questões referentes ao conteúdo abordado na aula anterior da sequência, a primeira delas foi a seguinte:

- Qual a relação entre movimento da terra, seus polos geográficos e os pontos cardeais?

Com o avançar da discussão os estudantes foram capazes de estabelecer uma relação entre o eixo de rotação do planeta e os pontos cardeais, o que se confirma com uma das respostas registrada nos arquivos de áudio “os polos é tipo o eixo de rotação da terra”. O passo seguinte foi concluir que os polos Norte e Sul coincidem com as direções dos pontos cardeais de mesmo nome. O segundo tópico levantado para a discussão foi:

- Quais são os pontos cardeais, suas subdivisões, suas siglas e como se organizam?

A resposta para esse questionamento foi imediata com os alunos mencionando todos os pontos cardeais e suas subdivisões, mostrando que a atividade prática de construir uma rosa dos ventos de dobradura de papel se mostrou bem eficaz para ajudar na fixação do assunto abordado.

- Discursar sobre uma aplicação prática dos pontos cardeais (professor pode utilizar um mapa do país destacando as regiões ou até um mapa da própria cidade)

Com o intuito de apoiar e dar suporte ao nosso diálogo, foi desenhado na lousa branca um esboço do mapa do Brasil com uma pequena rosa dos ventos posicionada em seu centro. Ao serem questionados sobre a região em que nos encontramos, quais regiões do país eles reconheciam no mapa ou até mesmo a nomenclatura destas regiões, após uma breve discussão entre si, os estudantes conseguiram associar de forma clara as direções dos pontos cardeais e sua convergência com as regiões nominadas no mapa do Brasil.

Na segunda parte da aula, já divididos em grupos, os alunos iniciaram o aplicativo e começaram a jogar a fase dois do jogo, alguns estudantes precisaram utilizar a rede wifi criada para conectar o jogo com a internet. Depois foi necessário

fornecer a eles a senha de acesso para fase (senha: erat), foi exposto aos alunos que tal senha foi inspirada no primeiro pensador a estimar o raio do planeta terra.

Em alguns momentos os alunos interagiram entre si se questionando sobre os desafios propostos pelo jogo tentando encontrar a solução. Também foi possível notar que alguns discentes foram capazes de perceber a conexão sequencial das aulas, ouve o seguinte comentário: “nossa, professor, rosa dos ventos super necessária”, foi notado que certos estudantes usaram a rosa dos ventos construída na aula anterior como auxílio de sua orientação nos desafios do jogo sem que isso lhe fosse sugerido.

Passados aproximadamente 20 minutos de interação com a segunda fase do jogo, a turma assistiu ao vídeo presente no final desta e se dirigiu ao pátio da escola. O objetivo da etapa final desta aula seria a realização do experimento gnomon. Para a realização desta atividade faz se necessário a observação do movimento da sombra de uma haste se deslocando devido ao movimento aparente do Sol, porém devido às condições meteorológicas ruins não foi possível executá-la, com isso a aula foi encerrada.

4.1.4 Aula 04

Os primeiros 15 minutos desta aula foram dedicados ao diálogo inicial orientado por 3 questões norteadoras, nas quais os alunos ainda tiveram dificuldade em expressar suas opiniões. A primeira questão levantada foi:

- Descreva o movimento da Terra e relacione com as posições no céu ao qual visualizamos o nascer e o pôr do Sol.

Apesar das tentativas de diálogo, nenhum dos estudantes presentes quis expos suas opiniões. Em uma aula anterior, em algum momento do diálogo surgiu o questionamento sobre o movimento dos objetos que compõe o sistema solar. Chegouse à conclusão que usando como referência o sistema solar, o Sol está em repouso e a Terra se movimenta em relação a ele, sendo que o movimento aparente dos objetos celestes se deve a tal movimento, mas nenhum discente se dispôs a formalizar em sua fala, tal pensamento durante esta aula.

- Com relação ao experimento da aula passada, ele é preciso na determinação da direção dos pontos cardeais?

Devido ao mal tempo predominante na aula anterior, este experimento não pode ser realizado, por consequência, as respostas dos estudantes a esse questionamento só podem ter como base o vídeo explicativo contido dentro da aplicação. Os alunos não se sentiram confiantes em formalizar alguma resposta. Ouve

a tentativa de esquematizar o experimento utilizando a lousa, porém não obtivemos nenhuma fala a ser considerada.

A questão seguinte faz alusão ao mesmo experimento levantando a dúvida se existe a possibilidade de aumentar a precisão deste. “Ainda sobre o experimento passado, podemos torna-lo mais preciso? Como faríamos isso?”. A postura dos alunos se manteve semelhante a questão anterior. Na sequência iniciou-se o login da fase 03, um dos grupos solicitou ajuda para acessar o jogo e foi prontamente atendido e corrigido o problema.

Nesse momento da aula não foi realizado nenhum comentário, interação ou diálogo relevante registrado nos áudios deste encontro. Conforme os grupos foram atingindo o final da fase, foi solicitado que aguardassem até que todos os estudantes estivessem no mesmo ponto de progresso para a realização da construção de uma bússola caseira.

O experimento foi orientado pelo vídeo existente dentro do aplicativo, o material foi distribuído entre os grupos e uma instrução adicional foi fornecida aos discentes: a de que havia duas maneiras de realizar a atividade e que poderiam inclusive confrontar os resultados obtidos. A agulha imantada da bússola caseira confeccionada durante a aula é capaz de indicar somente o eixo Norte–Sul, afim de comparação e determinação de qual ponta da agulha aponta para o Norte, foi utilizado uma bússola profissional e aplicativos de bússola para celular.

Figura 47 – Material experimento bússola.



Fonte: Autoria própria.

No final do experimento, os estudantes anexaram a rosa dos ventos de papel feitas anteriormente as suas bússolas e observaram a posição do Sol no horário da manhã para confirmar se a indicação da bússola era correta. Como encerramento deste encontro realizamos um diálogo curto relacionando as diversas maneiras abordadas para a determinação dos pontos cardeais e como esses pontos estavam dispostos na geografia do local onde a escola se encontra.

4.1.5 Aula 05

A última aula da sequência de ensino iniciou-se com o diálogo norteado pelas 3 questões presentes na ficha guia. A primeira questão solicita que o estudante comente sobre o movimento relativo das estrelas no céu noturno, “Depois do contato com a fase 03 do jogo Pirate Discovery, você conseguiu adquirir alguma informação nova sobre a organização e movimento das estrelas e constelações?”.

Os alunos comentaram sobre o movimento aparente demonstrado dentro do jogo através de um GIF animado. Uma das respostas registrada no acervo de áudio foi a seguinte: “no jogo eu vi que tem movimento, mas é a gente que se mexe”, porém como as aulas 4 e 5 foram ministradas no mesmo dia, não houve a oportunidade de os alunos observarem o céu noturno antes desta conversa.

Tal situação adversa não permitiu aprofundar o debate sobre segunda pergunta, que questiona se o estudante conseguiu localizar a constelação exposta no jogo. “Após o contato com o jogo, encontrou a constelação do Cruzeiro do Sul no céu noturno a partir da sua residência? Se sim, como verificou se localizou a constelação correta?”. Houve uma discussão sobre como identificar a constelação do Cruzeiro do Sul.

Apesar do encontro estar sendo realizado dentro de sala durante o dia, levantou-se a seguinte indagação: “para qual área do céu deve-se olhar nesta noite para encontrar a constelação?”. Os discentes usando os conhecimentos abordados durante as aulas identificaram as direções dos pontos cardeais e apontaram de forma correta a região do céu onde a constelação deveria aparecer.

Para finalizar a discussão abordamos o problema da bússola caseira e como identificar qual das extremidades da agulha aponta para a direção Norte, “Teve êxito em construir a sua bússola caseira? Como descobriu qual lado da agulha aponta para o Norte?”. Esse questionamento foi respondido prontamente pelos estudantes usando a posição do Sol como referência para determinar a localização dos pontos cardeais.

Em seguida os alunos foram autorizados a entrar no aplicativo e prosseguirem com o jogo explorando a fase 04. A atividade ocorreu de forma tranquila sem questionamentos a respeito dos desafios contidos nesta etapa, que consiste em navegar entre dois pontos selecionados pelo jogador num mapa onde são fornecidos elementos diversos e aleatórios para sua orientação.

Já nos 15 minutos finais deste encontro realizamos uma nova roda de conversa recorrendo às questões levantadas no início da aplicação da sequência. Apesar de demonstrarem em sua maioria uma maior capacidade de argumentação sobre as perguntas e discutirem o tema de forma mais profunda, nenhum dos grupos se dispôs a vocalizar seu ponto de vista de modo formal para registro em áudio.

Parte dos alunos ainda estava entretida com o jogo e alguns concentrados em responder o questionário presente no final da fase. O formulário em questão tem preenchimento não obrigatório e dos 4 grupos participantes apenas um abdicou de fornecer respostas.

4.2 RESPOSTAS OBTIDAS DOS FORMULÁRIOS

Como foi mencionado no relato acima, as aulas que compõem essa sequência de ensino tiveram todos os diálogos gravados em formato de áudio para registrar as opiniões dos alunos. Foi utilizada uma segunda maneira de obter informações dos estudantes de forma direta, através de um formulário presente dentro do jogo o qual poderia ser acessado acionando um botão que se torna visível quando o jogador atinge o final da última fase.

O formulário em questão foi construído utilizando a ferramenta do Google Forms, que armazena as respostas de forma automática sendo capaz também de gerar relatórios e gráficos dos dados obtidos. De forma prévia, foi informado aos estudantes que não havia obrigatoriedade de preenchimento, ocorreu que dos 4 grupos presentes na quinta aula, 3 deles fizeram a atividade.

O formulário conta com 7 questões sendo 5 delas de múltipla escolha e outras duas com respostas discursivas. Posicionado no final da sequência de ensino, as perguntas dos formulários questionam os estudantes sobre a experiência com o aplicativo, se há semelhanças com outros jogos ou se houve alguma mudança na visão dos discentes com relação ao conteúdo abordado durante as aulas. As questões abordadas foram as seguintes:

4.2.1 Questão 01 (objetiva):

A pergunta tem por objetivo estabelecer a relação que os estudantes tem com aplicativos de jogos para celular. “Você tem o costume de utilizar jogos em seu celular? Se sim, este jogo semelhante aos que tem costume de jogar?”. Pra essa pergunta os estudantes tinham 3 alternativas de escolha, sendo que dois grupos responderam que tem por costume utilizar aplicativos de jogos para celular, porém tais jogos não se assemelham ao Pirate Discovery, “Sim, porém os aplicativos que utilizo são totalmente diferentes dele”.

Apenas em uma das respostas obtidas no formulário o grupo afirmou não ter o costume de utilizar seu aparelho celular para jogar optando pela seguinte afirmação: “Não, não tenho o costume de jogar”. A última afirmativa desta questão fornecia a opção de alegar que além de ter o costume de jogar, o estudante já teve algum tipo de experiência com jogos semelhantes ao desenvolvido para este projeto, mas nenhum grupo optou por esta alternativa.

4.2.2 Questão 02 (objetiva):

Este questionamento busca investigar a relação dos estudantes com a tecnologia utilizada, se é algo normal ao seu cotidiano e se a manipulação do aplicativo Pirate Discovery se deu de forma intuitiva e tranquila. “Durante a utilização do jogo, você teve alguma dificuldade de usar o aplicativo ou considera ele bem intuitivo?”. Como opção de resposta jogadores poderiam afirmar que tiveram dificuldades em manusear o aplicativo ou que não tiveram dificuldades e que acharam o jogo bem intuitivo. Todos os estudantes responderam que não encontraram dificuldades para instalar e usar o jogo.

4.2.3 Questão 03 (objetiva)

A terceira questão do formulário levanta o tema sobre a utilização da tecnologia e jogos no ensino de ciências. “O que você pensa sobre a utilização de jogos e tecnologias no ensino de ciências?”. Essa pergunta foi a que gerou maior discordância dentre todas presentes na atividade.

Um grupo assinalou a alternativa que afirma que o uso de jogos e tecnologia é uma boa iniciativa para a propagação do ensino. Outro grupo preferiu a alternativa que considera a ação do emprego desse tipo de tecnologia irrelevante para o ensino de ciências. Ainda tiveram os estudantes que selecionaram a opção “não sei opinar sobre o tema”.

4.2.4 Questão 04 (objetiva)

Essa questão foca em averiguar se houve alguma mudança no modo em que o estudante compreende o tema da geolocalização, a orientação através dos pontos cardeais e a associação destas direções com a paisagem ao seu redor. “Com a experiência na utilização do jogo alguma das opções abaixo ocorreu com você?”.

Dois grupos optaram pela seguinte opção: “Passei a ter consciência da direção dos pontos cardeais no local onde resido”. Outro grupo escolheu a alternativa “Comecei a observar a posição de nascimento e pôr do Sol e seu movimento onde moro”. Para essa questão ainda restam duas outras alternativas que não foram selecionadas por nenhum estudante: “Tentei identificar constelações de estrelas e seus movimentos no céu noturno” e “Nenhuma das anteriores”.

4.2.5 Questão 05 (objetiva):

A pergunta refere-se a quais experimentos práticos presentes dentro da sequência de ensino foram realizados pelos alunos, “No conteúdo do jogo é sugerido a execução de algumas atividades práticas, você realizou alguma delas? Se sim, qual?”. O objetivo aqui é verificar a adesão dos estudantes ao trabalho proposto, obtivemos duas respostas afirmando que construíram a rosa dos ventos de dobradura indicada pelo vídeo presente dentro do jogo. Apenas uma resposta alega que não efetuou qualquer atividade.

4.2.6 Questão 06 (discursiva):

A primeira questão discursiva tem a intenção de verificar de forma direta se o estudante foi capaz de perceber se ocorreu alguma mudança na sua visão sobre o conteúdo abordado ou aprendido de algum conteúdo novo. A pergunta foi redigida da seguinte forma: “Se a experiência de utilizar o jogo lhe proporcionou algum aprendizado, descreva tal ensinamento em poucas palavras abaixo.”

Apenas dois grupos se propuseram a escrever forneceram as respostas que seguem, “O jogo na verdade não me ensinou muita coisa, ele me lembrou o que eu já estudei, mas pra quem não sabe ele pode ensinar bastante coisa”. Outra resposta também aborda a perspectiva de lembrar o conteúdo por parte do aluno, “Muitas coisas eu aprendi no pré, mas não lembrava, rever esses conteúdos agora foi interessante, eu meio que reaprendi como reconhecer os pontos cardeais, aprendi sobre as constelações, foi uma boa experiência.”

4.2.7 Questão 07 (discursiva):

Por fim, a pergunta que encerra o formulário solicita ao discente que ele opine sobre o jogo em si com sugestões de melhoria para a experiência de uso. “Descreva abaixo em poucas palavras se você possui alguma sugestão de conteúdo que poderia ser abordado no jogo, ou desafios diferentes, aparência, interface ou outra.”

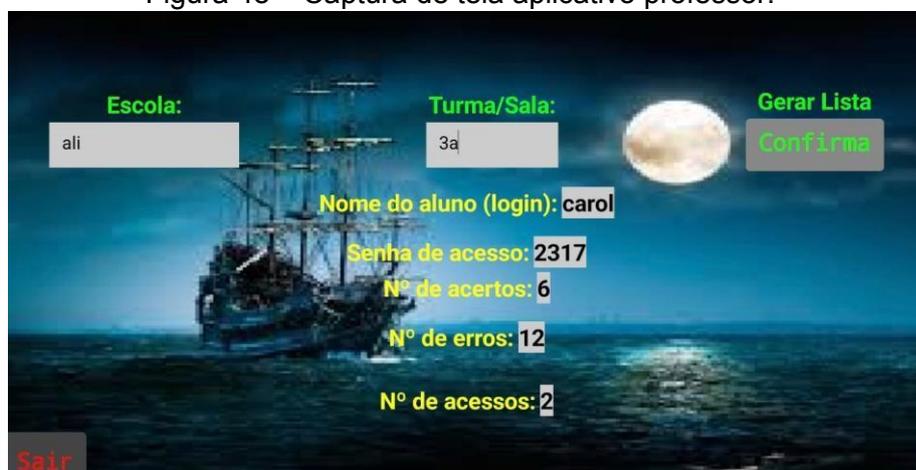
Houve somente uma resposta registrada que afirma, “O jogo em si é bom só acho que poderia mudar um pouco o design do jogo deixando-o com uma forma mais interativa e mudando as fontes”. Os outros grupos que acessaram o formulário abdicaram de responder essa questão.

4.3 RESPOSTAS OBTIDAS NA ESTATÍSTICA DE JOGO

Com o objetivo de expor as concepções dos estudantes a respeito do tema abordado na sequência de ensino de forma indireta, foi criado um banco de dados. Tal banco foi concebido usando uma ferramenta da plataforma do Google capaz de armazenar por um tempo limitado as opções escolhidas pelos alunos nos desafios presente dentro do jogo.

Assim é possível dispor de algumas informações básicas como o número de vezes que um determinado aluno efetuou login dentro do jogo, a quantidade de acertos que obteve e o número de erros. Para ter acesso a esses dados basta utilizar o aplicativo do professor que dispõe tal estatística de maneira individual referente a cada login criado.

Figura 48 – Captura de tela aplicativo professor.



Fonte: Autoria própria.

O banco de dados é simples, capaz de fornecer somente 3 tipos de dados diferentes e de forma acumulativa, ou seja, a cada vez que o estudante efetua o login e passa por algum desafio do jogo um ponto é somado ao valor registrado no jogo anteriormente. Durante a aplicação desta sequência houve a ocorrência de aulas germinadas, com isso os alunos jogaram as fases 1 e 2 no mesmo dia o que se repetiu com as fases 3 e 4.

Por consequência só foi possível registrar duas séries de pontuações referentes aos dois dias que os discentes participaram das atividades. As informações geradas pelo aplicativo estão dispostas na tabela abaixo.

Tabela 01 – Registro da pontuação do bando de dados

1º Dia (Fase 1 / Fase 2)			2º Dia (Fase 3 / Fase 4)			Somatória da pontuação			
Grupos	Acerto	Erro	Login	Acerto	Erro	Login	Acerto	Erro	Login
Grupo 01	6	12	2	8	10	3	14	22	5
Grupo 02	9	13	3	8	12	3	17	23	6
Grupo 03	4	10	2	0	0	0	4	10	2
Grupo 04	7	15	4	18	14	5	25	29	9
Grupo 05	9	12	3	10	14	2	19	26	5

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Com relação aos dados da tabela é possível notar que apesar de inicialmente a quantidade de erros superar os acertos, tal diferença diminui com o avanço da aplicação desta sequência. Este fato ocorre por 2 motivos principais: a prática com o jogo faz com que o aluno se acostume com a jogabilidade; o roteiro de jogo desafia o estudante a determinar as direções dos pontos cardeais de maneiras diferentes, com o tempo os alunos começam a correlacionar esses conteúdos por iniciativa própria e com isso passam a poder validar suas opções de respostas aumentando a margem de acerto.

5 CONCLUSÃO

Os estudantes que cursam o ensino médio se encontram inseridos em um mundo digital e tal fato ficou bem evidenciado durante a aplicação da sequência de ensino. Como era esperado os discentes passaram por todo o processo de download, instalação e cadastro no jogo Pirate Discovery sem dificuldades, demonstrando interesse pela aplicação.

O sucesso em atrair a atenção dos estudantes está exposto no registro de áudio da segunda aula, quando um deles questiona sobre a senha de acesso da segunda fase do jogo pois já havia terminado a primeira e gostaria de continuar para a fase seguinte. Ao terem contato com o jogo, os alunos conseguiram notar que a aplicação foi programada de maneira informal sem a utilização de um grupo de profissionais da área de TI e alguns estudantes questionaram de forma curiosa como a aplicação foi desenvolvida e quais ferramentas foram utilizadas.

Outra meta almejada pelo produto é correlacionar a vida cotidiana do aluno e o ambiente em que habita com o conteúdo exposto, durante a atividade foi possível notar alguns dos discentes efetuando tentativas de localizar os pontos cardeais na paisagem que circunda a escola. Durante os diálogos também surgem algumas conversas dos estudantes a respeito da identificação de constelações no céu noturno, ocorrendo tentativas de estimar a posição do Cruzeiro do Sul.

As aulas utilizadas para a aplicação do produto ocorreram no turno da manhã, o que inviabiliza a visualização de alguma constelação durante este momento, porém foi notado que vários alunos estavam utilizando o conteúdo disciplinar exposto em aulas anteriores da sequência de ensino para estimar a direção do céu que deveriam olhar a noite para localizar o Cruzeiro do Sul.

As atividades práticas com materiais de baixo custo presentes no final de cada fase se mostraram eficazes em trazer ao estudante o conteúdo exposto no jogo de forma aplicada. Com isso, foi possível escapar da maneira tradicional ao qual as aulas de Física costumam ser ministradas centradas no quadro negro/branco, livros didáticos e resolução de exercícios teóricos. Os experimentos também promoveram uma melhor conexão entre as aulas da sequência de ensino reduzindo assim a segmentação do conteúdo.

Como exemplo tomamos a primeira atividade prática que trata da construção de uma Rosa dos Ventos contendo os 4 principais pontos cardeais e suas 4 subdivisões que foram construídas com dobradura de papel pelos discentes. Fazendo uma correlação com o último experimento onde os alunos construíram uma bússola caseira utilizando um clipe de papel como agulha imantada fixada num pedaço de cortiça posicionada a flutuar dentro de um recipiente com água para girar livremente.

Tal exemplo foi selecionado para compor esta sequência de ensino de forma proposital pois apresenta 2 problemas, o primeiro deles é determinar qual extremidade

da agulha aponta para a direção Norte. O segundo problema é determinar a direção dos outros pontos cardeais com base na direção Norte. Para resolver esses problemas os alunos usaram a posição e o movimento do Sol para estimar a direção Norte (método abordado em desafios presente na fase anterior do jogo), assim foram capazes de descobrir se a bússola caseira estava funcionando de maneira correta.

As direções dos outros pontos cardeais foram determinadas pelos alunos utilizando a Rosa dos Ventos construída no final da fase 1. Durante a aplicação da atividade estávamos de posse de uma bússola industrial e celulares com aplicativos de bússola instalados, porém, os estudantes foram capazes de determinar com boa precisão se as bússolas caseiras construídas durante a aula estavam corretas usando como base conteúdos anteriores da sequência.

O projeto também foi capaz de expor algumas vulnerabilidades no aprendizado baseado no ensino tradicional onde o professor ministra aulas explicando e demonstrando o conteúdo se apoiando somente na lousa e livro, muitas vezes solucionando exercícios puramente teóricos descontextualizados com a realidade social local vivenciada pelos estudantes.

Convergente com esse ponto de vista, temos algumas respostas do formulário presente no final da aplicação corroborando com esta visão. Uma questão faz a seguinte pergunta: “Se a experiência de utilizar o jogo lhe proporcionou algum aprendizado, descreva tal ensinamento em poucas palavras abaixo.”. Uma resposta fornecida por um grupo diz: “O jogo na verdade não me ensinou muita coisa, ele me lembrou o que eu já estudei, mas pra quem não sabe ele pode ensinar bastante coisa”.

A resposta demonstra que os estudantes já tiveram contato com o conteúdo em seu passado estudantil, no entanto, quando se observa os dados obtidos através dos áudios gerados nos encontros durante a aplicação e a estatística de acertos e erros do aplicativo podemos notar algumas dificuldades. Apesar do grupo afirmar que o jogo somente lembrou o que já havia estudado, nos primeiros encontros da aplicação da sequência de ensino, eles não foram capazes de associar os pontos cardeais com o movimento do planeta, de início não conseguiram relacionar o eixo de rotação da Terra com os polos e os pontos cardeais.

Apesar de alguns problemas enfrentados durante a aplicação como a quantidade reduzida de alunos frequentes neste período, a impossibilidade de realizar o experimento do gnômon devido ao mal tempo, e a existência de aulas germinadas

que impossibilitou que os estudantes fossem para casa após jogarem a fase 3 e realizassem a tentativa de visualizar a constelação do Cruzeiro do Sul no céu noturno, o trabalho se mostra válido.

De forma a concluir, podemos destacar a importância de inserir o uso de tecnologia para introduzir a astronomia no ensino médio promovendo um maior interesse por parte do estudante na disciplina de Física. A abordagem de coleta de dados indireta visando tornar os encontros mais flexíveis e informais e propostas de observações no próprio ambiente em que o estudante se encontra, espera-se que este trabalho possa contribuir de alguma forma para a aproximação dos alunos com a astronomia.

REFERÊNCIAS

MORAES, Leandro Donizete et al. Uma proposta de sequência didática para o ensino de Astronomia na educação básica com o uso do software Astro 3D. 2016.

SIEMSEN, Giselle Henequin. O ensino de astronomia em uma abordagem interdisciplinar no ensino médio: potencialidades para a promoção da alfabetização científica e tecnológica. 2019.

SILVA, Victor Peres; GUIMARÃES, Michele Hidemi Ueno; DIAS, Marinez Meneghello Passos. Sequência Didática para o ensino de Astronomia. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 38, n. 2, p. 1135-1165, 2021.

PRENSKY, Marc. Nativos digitais, imigrantes digitais. On the horizon, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

STUDART, Nelson. Simulação, games e gamificação no ensino de Física. SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, v. 21, p. 1-17, 2015.

DA SILVA, Danilo Scherre Garcia; MATOS, Poliana Michetti de S.; DE ALMEIDA, Daniel Manzoni. Métodos avaliativos no processo de ensino e aprendizagem: uma revisão. Cadernos de Educação, n. 47, p. 73-84, 2014

CYGAINSKI, Lucas. Youtube. Como fazer Rosa dos Ventos de papel: Prof. Lucas Cygainski, 2020. ISSN 1º (número de visualizações). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UpiYhsuM2Og&t=194s>>. Acesso em: 10 outubro 2021.

LAMEGO, Rodrigo. Youtube. Método de Orientação sem Bússola, 2012. ISSN 1º (em número de visualizações). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=-ubV61S3b64>>. Acesso em: 11 Novembro 2021.

MARCIO. Youtube. Bússolas e magnetismo. A Terra é um ímã gigante, 2020. ISSN 2 (em número de visualizações). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=a6Ce5yM28CQ&t=319s>>. Acesso em: 12 Novembro 2021.

DA SILVA, Pedro Paulo Santos. O ensino de astronomia nas escolas públicas brasileiras de Educação Básica. Latin American Journal of Science Education, v. 6, p. 22021, 2019.

GENDROP, Paul. A civilização Maia. Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 1987.

DE CARVALHO, Hermano Ribeiro; DO NASCIMENTO, Lucas Albuquerque. Copérnico e a Teoria Heliocêntrica: contextualizando os fatos, apresentando as controvérsias e implicações para o ensino de ciências. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, n. 27, p. 7-34, 2019.

GOMES, Carla Regina. Pitágoras de Samos: de místico a precursor da teoria dos números. V Bienal da SBM, Sociedade Brasileira de Matemática, UFPB– Universidade Federal da Paraíba, p. 18-22, 2010.

NAESS, Atle. Galileu Galilei: um revolucionário e seu tempo. Editora SchwarczCompanhia das Letras, 2015.

DINIZ, Leonardo Gabriel. Galileu Galilei–o mensageiro das estrelas. Píon– ligado na Física. SBF, 2013.

DE FREITAS MOURÃO, Ronaldo Rogério; DA CIÊNCIA, Coleção Imortais. Kepler: a descoberta das leis do movimento planetário. Odysseus, 2003.

ACZEL, AMIR D. Bøessola. Zahar, 2002.

SAMPAIO, Elsa. Noções de Cartografia. Departamento de Geociências, Universidade de Évora, 2005.

VINAGRE, André Luiz Mendes. Eratóstenes e a Medida do Diâmetro da Terra. Site Profissional do Professor José J. Lunazzi. Universidade Estadual de Campinas. Disponível em http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895 F, v. 809.

DIAS, Claudio André CM; SANTA RITA, Josué R. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. *Revista Latino-americana de educação em astronomia*, n. 6, p. 55-65, 2008.

ALEXANDRE, Luiz Antonio. A influência de uma sequência didática sobre as concepções alternativas dos alunos sobre astronomia: uma análise a partir do uso do Stellarium. *Revista Científica Intraciência*, ed, v. 13, p. 1-12, 2017.

CORTELLA, Mário Sergio. Paulo Freire: um pensamento clássico e atual. *Revista e-curriculum*, v. 7, n. 3, 2011.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*, 17ª ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo, Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. A Importância do Ato de Ler: em três artigos que se completam.

São Paulo, Autores Associados; Cortez, 1989.

DE LIMA, Marcos Rodrigues Ornelas. Lições dos games para se pensar a reconstrução do espaço escolar ou como Super Mario pode dialogar com a escola.

SILVA, Wander. Evasão escolar no ensino médio no Brasil/School evasion in high school in Brazil. *Educação em foco*, v. 19, n. 29, p. 13-14, 2016.

PASSERO, Guilherme; ENGSTER, Nélia Elaine Wahlbrink; DAZZI, Rudimar Luís Scaranto. Uma revisão sobre o uso das TICs na educação da Geração Z. *Renote*, v. 14, n. 2, 2016.

APÊNDICE A – RODA DE CONVERSA

Nossa introdução será desenvolvida nos moldes de uma roda de conversa onde o professor permite a seus alunos, subdivididos em pequenos grupos, exporem suas ideias, devendo este apenas mediar o diálogo usando as questões descritas abaixo para nortear a conversa. Esse momento inicial visa expor a concepção espontânea que o aluno possui com relação a estrutura e disposição dos pontos cardeais, como estes podem ser usados para navegação além da utilização de elementos visíveis no céu para determinação da direção desses pontos.

A atividade terá uma duração de 20 minutos iniciais da primeira aula e deve ser gravada em forma de áudio pelo professor no encontro presencial, usando o aplicativo gravador de voz do próprio celular, o procedimento deve ser repetido nos 20 minutos finais da última aula. Deve-se ressaltar que contamos com 5 questões norteadoras, então devemos reservar cerca de 4 minutos para a discussão de cada pergunta. Para o caso de uma aula através do ensino remoto, ferramentas como Google Meet e Zoom permitem que essas atividades sejam gravadas.

Perguntas:

- Comente a sua visão sobre o que são os polos norte e sul geográficos.
- Qual a relação entre os polos norte e sul geográficos e os movimentos da terra?
- O que são pontos cardeais e qual a relação entre eles e os polos geográficos?
- Comente sobre sua percepção relacionada ao movimento dos objetos visíveis no céu e o movimento do nosso planeta.
- Estando na escola no momento, você consegue dizer a direção que se encontra a sua casa? Caso esteja em casa, consegue no momento dizer a direção para se caminhar até a escola?

APÊNDICE B FICHA GUIA DA AULA 01

Material necessário:

- Celular Smartphone com sistema android.
- Datashow, de preferência conectado à internet.
- Quadro negro ou branco com giz ou pincel.

Primeira etapa da aula: (duração de 15 minutos)

- Separar os alunos em grupos (no máximo 3 alunos em posse de ao menos 1 aparelho celular).
- Iniciar a roda de conversa seguindo orientações do guia da roda de conversa presente no apêndice A.
- Tomar nota das opiniões dos alunos através da gravação do áudio da roda de conversa.

Segunda etapa da aula: (duração de 15 minutos)

- Apresentação do produto para os alunos.
- Esclarecer sobre pontos chaves como: conteúdo de astronomia, aplicativo para celular, formato de jogo, tema de navegação.
- Enfatizar que nas próximas aula o estudante deve executar o jogo enquanto interage com os demais alunos.

Terceira etapa da aula: (duração de 20 minutos)

- Conexão dos aparelhos celulares à internet.
- Download e instalação do jogo através do QR Code.
- Efetuar cadastro dentro do jogo (o docente deve se atentar a forma com a qual o aluno escreve nome da escola e sala)



QR Code para download do jogo

APÊNDICE C FICHA GUIA DA AULA 02

Material necessário:

- Celular Smartphone com sistema android.
- Datashow, de preferência conectado à internet.
- Quadro negro ou branco com giz ou pincel.
- Duas folhas de papel ofício (brancas ou coloridas).
- Uma tesoura sem ponta.
- Lápis de cor ou canetinha.
- Tubo de cola para papel.

Primeira etapa da aula: (duração de 20 minutos)

- Separar os alunos em grupos (mesmo grupo da aula anterior)
- Iniciar o jogo na fase 01, alunos que terminarem a fase antes dos 20 minutos devem aguardar para assistir o vídeo do experimento.
- Tomar nota das opiniões dos alunos através da gravação do áudio da roda de conversa.

Segunda etapa da aula: (duração de 30 minutos)

Por se tratar do experimento prático da fase, esta etapa se subdivide em 2 partes que se mesclam, pois os alunos devem assistir um vídeo com duração de cerca de 10 minutos e posteriormente construir o aparato exemplificado. O vídeo pode ser encontrado no link <https://www.youtube.com/watch?v=UpiYhsuM2Og&t=138s>.

Apêndice D – Ficha guia da Aula 03 Material

necessário:

- Celular Smartphone com sistema android.
- Datashow, de preferência conectado à internet.
- Quadro negro ou branco com giz ou pincel.
- Haste longa e reta com cerca de 1m de comprimento (cabo de vassoura, bambu, uma barra).
- Pequenos objetos para marcação no solo (pedras, bolas de gude, pedaço de giz).

Primeira etapa da aula: (duração de 15 minutos)

- Separar os alunos em grupos (mesmo grupo da aula anterior)

- Iniciar a roda de conversa seguindo orientações do guia da roda de conversa levantando os seguintes questionamentos:
 - Qual a relação entre movimento da terra, seus polos geográficos e os pontos cardeais?
 - Quais são os pontos cardeais, suas subdivisões, suas siglas e como se organizam?
 - Discurse sobre uma aplicação prática dos pontos cardeais (professor pode utilizar um mapa do país destacando as regiões ou até um mapa da própria cidade)
- Tomar nota das opiniões dos alunos através da gravação do áudio da roda de conversa.

Segunda etapa da aula: (duração de 15 minutos)

- Os alunos devem acessar a fase 02 do jogo usando a senha “erat”
- Jogar esta fase por cerca de 15 minutos, caso chegue ao final da fase antes deste intervalo deve aguardar por instruções do professor.

Terceira etapa da aula: (duração de 20 minutos)

Por se tratar do experimento prático da fase, esta etapa se subdivide em 2 partes que se mesclam, pois os alunos devem assistir um vídeo e posteriormente replicar junto com o professor a atividade proposta. O vídeo pode ser encontrado no link: <https://www.youtube.com/watch?v=-ubV61S3b64>. Neste caso o vídeo é de curta duração (cerca de 1 minuto), porém o tempo de duração do experimento é longo pois devemos esperar pelo deslocamento aparente do Sol.

APÊNDICE E FICHA GUIA DA AULA 04

Material necessário:

- Celular ou Tablet com sistema operacional android (com jogo instalado).
- Datashow, de preferência conectado à um computador com acesso à internet.
- Quadro negro ou branco com giz ou pincel.
- Um clip de papel pequeno
- Recipiente com água (um copo ou algo semelhante)
- Um ímã
- Uma rolha de garrafa (pode ser substituída por uma tampa plástica de garrafa pet)
- Bússola industrializada convencional para comparação.

Primeira etapa da aula: (duração de 15 minutos)

- Separar os alunos em grupos (mesmo grupo da aula anterior)
- Iniciar a roda de conversa seguindo orientações do guia da roda de conversa levantando os seguintes questionamentos:
 - Descreva o

movimento da Terra e relacione com às posições no céu ao qual visualizamos o nascer e o pôr do Sol.

- Com relação ao experimento da aula passada, ele é preciso na determinação da direção dos pontos cardeais?
- Ainda sobre o experimento passado, podemos torna-lo mais preciso? Como faríamos isso?
- Tomar nota das opiniões dos alunos através da gravação do áudio da roda de conversa.

Segunda etapa da aula: (duração de 15 minutos)

- Os alunos devem acessar a fase 03 do jogo usando a senha “nico”
- Jogar esta fase por cerca de 15 minutos, caso chegue ao final da fase antes deste intervalo deve aguardar por instruções do professor.

Terceira etapa da aula: (duração de 20 minutos)

O estudante deve novamente assistir o vídeo presente dentro do aplicativo no final da fase em questão e tentar utilizar o material disponível para construir uma bússola funcional. Também é desejável que o aluno possa confirmar a precisão da bússola construída através de algum outro método. O vídeo do experimento pode ser encontrado no seguinte link:

<https://www.youtube.com/watch?v=a6Ce5yM28CQ&t=338s>.

APÊNDICE F – FICHA GUIA DA AULA 05

Material necessário:

- Celular ou Tablet com sistema operacional android (com jogo instalado).
- Datashow, de preferência conectado à um computador com acesso à internet.
- Quadro negro ou branco com giz ou pincel.

Primeira etapa da aula: (duração de 15 minutos)

- Separar os alunos em grupos (mesmo grupo da aula anterior)
- Iniciar a roda de conversa seguindo orientações do guia da roda de conversa levantando os seguintes questionamentos:
 - Depois do contato com a fase 03 do jogo Pirate Discovery, você conseguiu adquirir alguma informação nova sobre a organização e movimento das estrelas e constelações?

-
- Após o contato com o jogo, encontrou a constelação do Cruzeiro do Sul no céu noturno a partir da sua residência? Se sim, como verificou se localizou a constelação correta?
- Teve êxito em construir a sua bússola caseira? Como descobriu qual lado da agulha aponta para o norte?
- Tomar nota das opiniões dos alunos através da gravação do áudio da roda de conversa.

Segunda etapa da aula: (duração de 15 minutos)

- Os alunos devem acessar a fase 04 do jogo usando a senha “gali”
- Jogar esta fase por cerca de 15 minutos, caso chegue ao final da fase antes deste intervalo deve aguardar por instruções do professor.

Terceira etapa da aula: (duração de 20 minutos)

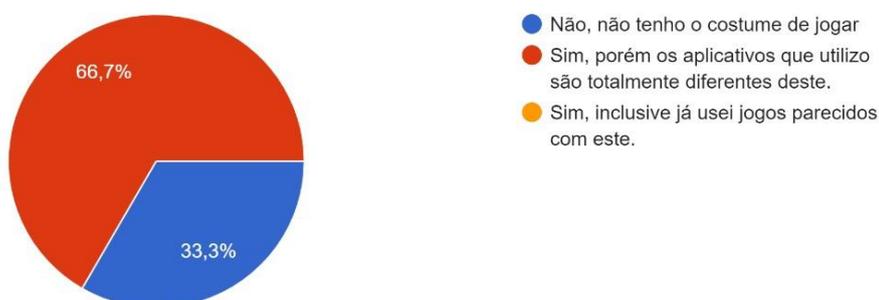
- O docente deve incentivar o aluno a responder o formulário presente no final da última fase do jogo.
- Iniciar nova roda de seguindo as orientações presentes no guia de debates retornando as questões abordadas na primeira aula.

APÊNDICE G ESTATÍSTICA FORMULÁRIO FINAL

Questão 01:

Você tem o costume de utilizar jogos em seu celular? Se sim, este jogo semelhante aos que tem costume de jogar?

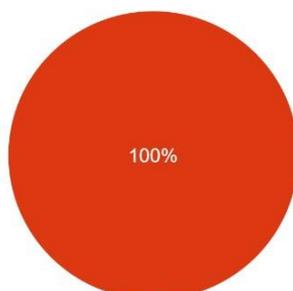
3 respostas



Questão 02:

Durante a utilização do jogo, você teve alguma dificuldade de usar o aplicativo ou considera ele bem intuitivo?

3 respostas

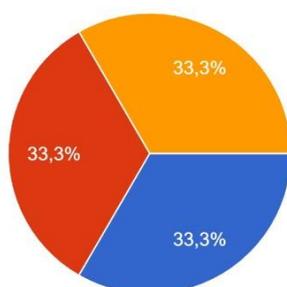


- Sim, tive dificuldades para usá-lo.
- Não, achei o jogo bem intuitivo.

Questão 03:

O que você pensa sobre a utilização de jogos e tecnologias no ensino de ciências?

3 respostas

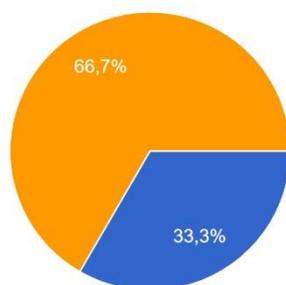


- Acho uma boa iniciativa na propagação do ensino.
- Considero esta ação irrelevante no ensino de ciências.
- Não sei opinar sobre o tema.

Questão 04:

Com a experiência na utilização do jogo alguma das opções abaixo ocorreu com você?

3 respostas

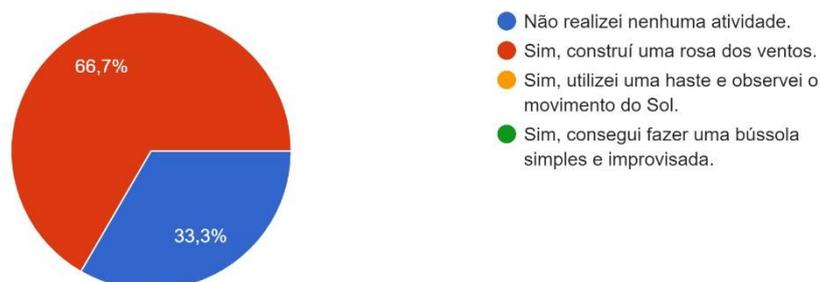


- Comecei a observar posição de nascimento, por do Sol e seu movimento onde moro.
- Tentei identificar constelações de estrelas e seus movimentos no céu noturno da minha região.
- Passei a ter consciência da direção dos pontos cardeais no local onde resido.
- Nenhuma das anteriores.

Questão 05

No conteúdo do jogo é sugerido a execução de algumas atividades práticas, você realizou alguma delas? Se sim, qual?

3 respostas



Questão 06 (Discursiva):

Se a experiência de utilizar o jogo lhe proporcionou algum aprendizado, descreva tal ensinamento em poucas palavras abaixo.

3 respostas:

O jogo na verdade não me ensinou muita coisa, ele me lembrou o que eu já estudei, mas pra quem n sabe ele pode ensinar bastante coisas sim

Muitas coisas eu aprendi no pré, mas não lembrava, rever esses conteúdos agora foi interessante, eu meio que reaprendi como reconhecer os pontos cardeais, aprendi sobre as constelações foi uma boa experiência.

Ssjsjsusus

Questão 07(Discursiva):

Descreva abaixo em poucas palavras se você possui alguma sugestão de conteúdo que poderia ser abordado no jogo, ou desafios diferentes, aparência e interface ou outra.

3 respostas:

O jogo em si é bom só acho que poderia mudar um pouco o design do jogo deixando-o com uma forma mais interativa e mudando as fontes !!

Resposta em branco.

Hshsussysh