

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS

HAYRTON AVELINO MONTEIRO

**Uma proposta de ensino de tópicos de Astronomia para alunos com deficiência
visual, baixa visão e cegueira**

São Paulo

2024

HAYRTON AVELINO MONTEIRO

**Uma proposta de ensino de tópicos de Astronomia para alunos com deficiência visual,
baixa visão e cegueira**

Versão Corrigida. O original encontra-se disponível na Unidade

Dissertação apresentada ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ensino de Astronomia.

Área de Concentração: Mestrado Profissional em Astronomia na Educação Básica

Orientador: Prof. Dr. Enos Picazzio

Colaborador: Prof. Ms. Cláudio Furukawa

São Paulo

2024

Ficha catalográfica

Nome: MONTEIRO, Hayrton Avelino

Título: Uma proposta de ensino de Tópicos de Astronomia para alunos com deficiência visual, baixa visão e cegueira

Dissertação apresentada ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Astronomia na Educação Básica

Aprovado em:

Banca examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Dedicatória

A Deus, primeiramente, por ter confiado a mim essa missão. À minha esposa Ivani, meus filhos Vanessa e Igor, pelos momentos em que não mediram esforços no incentivo, apoio e a compreensão durante toda essa jornada.

Agradecimentos

Agradecimento especial ao prof. Dr. Enos Picazzio, do IAG/USP, pela paciência, orientações e ensinamentos, verdadeiros tesouros.

Ao Prof. Ms. Cláudio Furukawa, do IF/USP, com sua vasta experiência, dedicação e participação nos modelos apresentados nesse projeto.

Às professoras Cristiana Mello Cerchiari, do Núcleo de Atendimento às pessoas com deficiência da Secretaria Municipal de Educação de Osasco, Érica Fernanda Ursulino Lemos, da Secretaria Executiva da Pessoa com deficiência da Secretaria Municipal de Educação de Osasco e Sylvia Valentina Schutz Camillo, pedagoga especializada em deficiência visual, pertencente à Assessoria de Inclusão da Secretaria Municipal de Educação de Osasco.

À Diretoria de Regional de Ensino de Osasco-SP.

RESUMO

MONTEIRO, H. A. **Uma proposta de ensino de tópicos de Astronomia para alunos com deficiência visual, baixa visão e cegueira**. 2024. Dissertação (Mestrado em Astronomia na Educação Básica) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.

A Astronomia se destaca dentre as Ciências Naturais por ter contribuído fortemente para o desenvolvimento das demais Ciências, tais como Matemática, Física, Química, Geologia, Geofísica, Meteorologia, Astronáutica e outras. A Astronomia como Ciência tem vínculo muito forte com o caráter observacional. Assim, o sentido da visão torna-se um mecanismo indispensável para o estudo da Astronomia. No presente estudo foram abordados tópicos de Astronomia, e que, por mais simples que sejam, traziam dúvidas tanto aos alunos cegos quanto aos alunos videntes. As perguntas dos alunos cegos e videntes eram as seguintes: “Professor, por que tem mês que é mais frio e outro que é mais quente?”; “por que no mês de julho, justo nas férias, é mais frio e no mês do Natal é mais quente?”; “é verdade que quando é dia aqui no Brasil é noite no Japão? Por quê, professor?”; “se a Terra está girando, por que a gente não fica ‘tonto’?”; “só tem o Sol, Terra e Lua?”; “eu já escutei que o Sol ‘puxa’ a Terra”. Partindo de situações como essas, parte do problema estaria resolvido com auxílio do livro didático, uma aula verbalizada e, talvez, a exibição de um vídeo. Tudo resolvido! Será? E os alunos cegos e com baixa visão? Como proporcionar uma educação com equidade para esses alunos? O sentido da visão é fundamental tanto para os alunos videntes como para alunos cegos. Nesse contexto, o material concreto passa a fazer mais sentido para ambos. Importante destacar a participação efetiva e colaborativa dos alunos (baixa visão e videntes), assim como a da professora com cegueira total, em sugestões nos modelos apresentados e que foram implementados, tornando, assim, um trabalho participativo e de união de saberes. A elaboração do Produto Educacional, vinculado à esta dissertação, (kits táteis e recursos de materiais didáticos de baixo custo), tem por finalidade fornecer ao professor e aos alunos cegos e videntes condições para o ensino/aprendizagem de tópicos de Astronomia.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Deficiência visual; Materiais de apoio; Inclusão

ABSTRACT

MONTEIRO, H. A. **A proposal for teaching Astronomy topics to students with visual impairment, low vision and blindness.** 2024. Dissertação (Mestrado em Astronomia na Educação Básica) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.

Astronomy stands out among the Natural Sciences for having contributed greatly to the development of other Sciences, such as Mathematics, Physics, Chemistry, Geology, Geophysics, Meteorology, Astronautics, and others. Astronomy as a Science has a very strong link with observational nature. Thus, the sense of sight becomes an indispensable mechanism for the study of Astronomy. In this study, topics from Astronomy were addressed, which, however simple they may be, raised doubts for both blind and sighted students. The questions from blind and sighted students were the following: “Teacher, why are some months colder and others hotter?”; “Why is it colder in July, right during the holidays, and warmer in Christmas?”; “Is it true that when it is daytime here in Brazil, it is nighttime in Japan? Why, teacher?”; “If the Earth is spinning, why don’t we get ‘dizzy’?”; “There is only the Sun, Earth, and Moon?”; “I have heard that the Sun ‘pulls’ the Earth”. Based on situations like these, part of the problem could be solved with the help of a textbook, a verbalized class and, perhaps, the showing of a video. Everything was solved! Really? And what about blind and visually impaired students? How can we provide an education with equity for these students? The sense of sight is fundamental for both sighted and blind students. In this context, the concrete material starts to make more sense for both. It is important to highlight the effective and collaborative participation of the students (both visually impaired and sighted), as well as that of the teacher who is completely blind, in suggestions in the models presented and that were implemented, thus making it a participatory work that unites knowledge. The development of the Educational Product, linked to this dissertation, (tactile kits and low-cost teaching material resources), aims to provide the teacher and blind and sighted students with conditions for teaching/learning topics in Astronomy.

Keywords: Astronomy Teaching; Visual Impairment; Support Materials; Inclusion.

Lista de figuras

Figura 1 – Instituto Benjamin Constant	29
Figura 2 – Sistema Braille	46
Figura 3 – Reglete	46
Figura 4 – Feelipa Color Code	49
Figura 5 – Exemplo de uso de contraste para baixa visão	49
Figura 6 – Sorobã	50
Figura 7 – Sol/Terra.....	51
Figura 8 – Sistema Solar.....	54
Figura 9 – Sol e os planetas do Sistema Solar	55
Figura 10 – Atração Gravitacional	55
Figura 11 – Atração Gravitacional	56
Figura 11a - Placa Arduino	58
Figura 12 – Movimentos da Terra — Rotação e Translação.....	58
Figura 13 – Modelo Movimentos da Terra.....	59
Figura 14 – Modelo Precessão dos Equinócios	60
Figura 15 – Esquema de Montagem.....	61
Figura 16 – Modelo Transmissão de Calor	61
Figura 17 – Transmissão de Calor.....	62
Figura 18 – Modelo Insolação: Variação de energia solar sobre uma superfície.....	63
Figura 19 – Corte e molde do feltro	64
Figura 20 – Moldes recortados e colados na base de madeira.....	65
Figura 21 – Modelo Insolação	65
Figura 22 – Insolação	67
Figura 23 – Modelo Equinócios e Solstícios	67
Figura 24 – Equinócios e Solstícios	69
Figura 25 – Equinócio	69
Figura 26 – Modelo Estações do Ano	70
Figura 27 – Botões de Controle.....	71
Figura 28 – Placa Verão	72
Figura 29 – Placa Outono	72
Figura 30 – Placa Inverno.....	73
Figura 31 – Placa Primavera.....	73

Figura 32 – Aula Formação Sistema Solar	78
Figura 33 – Aula sobre Composição dos Planetas do Sistema Solar.....	78
Figura 34 – Composição do Sistema Solar	79
Figura 35 – Aula – Gravitação Universal	79
Figura 36 – Aula Sistema de Medidas: Usando fita métrica adaptada para leitura de medidas	80
Figura 37 – Aula Sistema de Medidas: Usando fita métrica adaptada para leitura de medidas	80
Figura 38 – Adaptação do uso do transferidor para determinação de ângulos	81
Figura 39 – Aula – Gravitação Universal: Uso de fonte sonora produzida pelo Arduino	81
Figura 40 – Aula-Gravitação Universal: Uso de fonte sonora produzida pelo Arduino.....	82
Figura 41 – Aula Movimentos do planeta Terra: Movimento de rotação e translação.....	82
Figura 42 – Aula Movimentos do planeta Terra: Movimento de rotação e translação.....	83
Figura 43 – Aula sobre irradiação solar. Transmissão de calor – ondas eletromagnéticas.....	83
Figura 44 – Aula sobre irradiação solar. Transmissão de calor – ondas eletromagnéticas.....	84
Figura 45 – Aula sobre irradiação solar. Transmissão de calor – ondas eletromagnéticas.....	84
Figura 46 – Aula sobre irradiação solar. Transmissão de calor – ondas eletromagnéticas.....	85
Figura 47 – Aula sobre Solstícios e Equinócios da Terra	85
Figura 48 – Aula sobre Solstícios e Equinócios da Terra	86
Figura 49 – Demonstração sobre linhas paralelas.....	86
Figura 50 – Aula sobre insolação.....	87
Figura 51 – Aula sobre as estações do ano	87
Figura 52 – Aula sobre as estações do ano	88
Figura 53 – Aula sobre as estações do ano	88
Figura 54 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual.....	90
Figura 55 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual.....	90
Figura 56 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual.....	91
Figura 57 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual.....	91
Figura 58 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual.....	92
Figura 59 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual.....	92
Figura 60 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual.....	93
Figura 61 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual.....	93

SUMÁRIO

1 Introdução	18
2 Fundamentação Teórica	23
2.1 Inclusão e Integração	28
2.2 Educação Inclusiva no Mundo	31
2.3 Educação Inclusiva nos Estados Unidos da América	33
2.4 Educação Inclusiva no Brasil	34
2.5 Inclusão do Aluno Cego/Baixa Visão	36
2.6 Família no Processo de Inclusão Escolar	38
2.7 Acolhimento do Aluno Cego e/ou Baixa Visão na Escola e na Sala de Aula Regular	39
3 Materiais e Métodos	43
3.1 Ensino de Astronomia para Alunos Cegos	43
3.1.1 Instrumentos para Pessoas Cegas	45
3.2 Ensino de Astronomia para Alunos com Baixa Visão	47
3.3 As Cores e O Uso de Contraste para Alunos com Baixa Visão	47
3.4 Alunos Cegos e/ou com Baixa Visão e a Matemática	50
3.5 Modelos Táteis para O Ensino de Astronomia	51
4 Resultados	74
5 Conclusão	94
Referências	96
Apêndice A – Produto Educacional	110
Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	207
Anexos	209

Introdução

A Astronomia pode ser considerada como a “mãe de todas as Ciências”, pois, desde os primórdios, durante muito tempo o homem buscou respostas para desvendar os mistérios do universo e o movimento dos astros.

O homem primitivo mostrava preocupação com sua alimentação, particularmente com a agricultura, da semeadura para o consumo futuro. Paralelamente a isso, também se preocupava com o clima, pois devia prever a época do plantio e da colheita. Ou seja, plantar em uma época em que a temperatura era mais baixa fazia com que seus benefícios fossem comprometidos no futuro, pois tal semente não germinaria no tempo certo, comprometendo sobremaneira o seu sustento.

É plausível admitir que desde os primórdios os hominídeos se preocupavam com a alimentação e as estações sazonais, porque dependiam de recursos naturais e das condições climáticas do meio. Mesmo os nômades precisavam de meios para se orientarem e, de certa forma, o céu era o mapa global de orientação. Mas, esse guia astral mudava a aparência no decorrer do ano, era diferente nas estações sazonais, as estrelas visíveis que cruzavam o céu noturno não eram as mesmas. Há pelo menos 12.000 anos o homem deixou de ser caçador-coletor e passou a prover parte da sua alimentação iniciando assim a agricultura, cujo êxito dependia fortemente do conhecimento dos períodos favoráveis ao plantio e, até mesmo, à caça. Era preciso saber a melhor época da semeadura, das necessidades do crescimento (água, luz, temperatura) e da colheita. Monitorar o movimento aparente das estrelas e dos planetas era a maneira mais eficiente para monitorar as condições meteorológicas do momento (também referida como tempo), fundamental para a agricultura, os rituais religiosos e a navegação. Os registros mais antigos de observações astronômicas sistemáticas parecem pertencer aos assírio-babilônios, por volta de 1200 a. C

O ser humano aprendeu a ter progresso e êxito na atividade agrícola a partir do momento que começou a observar os astros no céu e percebeu que o florescimento das árvores e o surgimento de seus frutos obedeciam a uma regra, ou seja, o florescimento e a colheita dos frutos coincidiam com a mesma época do tempo anterior.

O homem conseguiu avanços significativos ao observar principalmente o movimento de astros como o Sol e as estrelas, os quais pareciam descrever trajetórias muito semelhantes em determinadas épocas. Isto fez com que o homem observasse um padrão estabelecido para

tais movimentos. Graças a isso temos hoje satélites, expedições no espaço, estações espaciais, naves-robôs e mais está por vir para desvendar esse Universo no qual estamos mergulhados.

Um exemplo claro de como o ser humano, em seus primórdios, se preocupava e sempre mantinha acesa a chama da curiosidade é o de um observatório natural construído há mais de 2000 anos a. C, em Stonehenge, na Inglaterra, quem o construiu? De que maneira aquelas imensas rochas foram dispostas? Essas são algumas perguntas que merecem uma investigação mais aprofundada. O progresso que atingimos no decorrer dos séculos ampliou o estudo da Astronomia e chegamos a uma Astronomia Moderna, onde temos como aliada a Física, que contribui com alto grau de interatividade, e chegamos à Astrofísica.

Nomes como Aristóteles, Ptolomeu e Copérnico levaram o Homem a pensar de forma gradual a um embasamento científico sobre os modelos planetários.

Ao longo do tempo fomos, progressivamente, classificando e descrevendo a constituição do Universo, determinando para cada estrutura uma distância, um tamanho e uma idade, desvendando assim, a arquitetura e a história dos astros e do Cosmos. A Antiguidade pré-helênica, que se estendeu de aproximadamente 3000 a. C. até aproximadamente 1000 a. C., caracterizou-se pela edificação das pirâmides e dos templos egípcios, assim como, de monumentos de pedras, cujas orientações obedecem a certas direções e a certos eventos astronômicos. Um exemplo é o monumento pré-histórico de Stonehenge, na Inglaterra. (BOCZKO; LEISTER, 2000, p. 35)

Um dos processos que despertaram o estudo da Astronomia foi que o homem começou a utilizar a visão para contemplar o céu e, a partir da visão, conseguir identificar no céu noturno estrelas muito brilhantes e aquelas de um brilho menor. Mesmo sem dispor de nenhum instrumento óptico, somente de instrumentos mecânicos associados à visão, é que o ser humano pôde descobrir, qualificar e classificar astros no céu simplesmente pela visão, no sentido estrito da palavra. Fica muito evidente, portanto, que o primeiro instrumento que o Homem utilizou para contemplar o céu noturno foi o olho. Ou seja, a capacidade de visualizar objetos no céu proporcionou-lhe descobertas importantes e possibilitou uma melhor compreensão do mundo que habitava.

O presente projeto refere-se a inclusão dos alunos cegos e/ou baixa visão e videntes no ensino de tópicos de Astronomia. O interesse pelo tema revelou-se na grande dificuldade dos professores em terem à sua disposição materiais táteis ao ensino, mais especificamente para alunos com baixa visão e/ou alunos cegos no ensino de Astronomia: do Universo e sua formação, bem como das estrelas, planetas e, principalmente, da Terra. Como ensinar tópicos

de Astronomia para alunos cegos e com baixa visão? Que materiais podem ajudar na aprendizagem de tópicos de Astronomia?

A motivação para a empreitada foi o desenvolvimento e a construção de materiais táteis de baixo custo, em face à inexistência deles, ou de que existam, mas não atendem às necessidades, ou ainda, diante da grande dificuldade de se encontrar materiais pedagógicos que levem a equidade de oportunidade em propiciar o conhecimento da Astronomia aos alunos cegos e/ou alunos com baixa visão.

Quando a escola proporciona oportunidades mais justas de aprendizado aos que enxergam e aos que não enxergam, quebra o paradigma de exclusão tão evidente na sociedade. Proclama o art. 208, Inciso III, da Constituição Federal de 1988 que “o dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino (BRASIL, 1988). Por sua vez, o artigo 59 da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) prescreve que “os sistemas de ensino assegurarão aos educandos com deficiência currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos, para atender às suas necessidades” (BRASIL, 1996). A Lei Brasileira de Inclusão, a LBI, em seu Art. 28, determina:

Incumbe ao poder público assegurar, criar, desenvolver, implementar, incentivar, acompanhar e avaliar:

I – sistema educacional inclusivo em todos os níveis e modalidades, bem como o aprendizado ao longo de toda a vida;

II – aprimoramento dos sistemas educacionais, visando a garantir condições de acesso, permanência, participação e aprendizagem, por meio da oferta de serviços e de recursos de acessibilidade que eliminem as barreiras e promovam a inclusão plena;

III – projeto pedagógico que institucionalize o atendimento educacional especializado, assim como os demais serviços e adaptações razoáveis, para atender às características dos estudantes com deficiência e garantir o seu pleno acesso ao currículo em condições de igualdade, promovendo a conquista e o exercício de sua autonomia (BRASIL, 2015).

Desse modo, a LDB, em seu artigo 58, a partir de uma redação dada pela Lei 12.796, de 2013, determina que:

Entende-se por educação especial, para os efeitos desta Lei, a modalidade de educação escolar oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação (BRASIL, 2013).

Mesmo com minha experiência no magistério e por muito tempo ministrando aulas de Ciências, não havia passado por situações nas quais alunos cegos e/ou alunos com baixa visão faziam parte dos educandos.

Desde então, pude sentir de perto a grande dificuldade em reproduzir verbalmente os princípios básicos da criação do Universo e, especificamente, a formação do planeta em que vivemos, uma vez que a verbalização para estes alunos fica muito longe de suas realidades. Uma participação mais eficaz se torna mais evidente quando se parte de algo concreto, materiais que substituam a visualização e partam para uma formalização mais concreta, sempre contemplando conhecimentos prévios dos alunos com baixa visão e/ou alunos cegos.

Diante disso, os alunos com deficiência auditiva conseguem transpor a barreira da falta de audição obtendo nas imagens, e juntamente com a ajuda de um interlocutor, a assimilação dentro das suas limitações do conteúdo a ser transmitido, diferentemente dos alunos cegos e/ou alunos com baixa visão com os quais não existe esse elo entre imagem e o interlocutor. Para ele, é um mundo com significado diferente da realidade dele.

E como transpor esse obstáculo? Como esse aluno entende o mundo que o cerca? Qual a sua dimensão de espaço (físico)? Como trabalhar essa questão relacionada com a imagem, muitas vezes tão importante quanto a comunicação verbal? De que maneira ele entende o que é o Universo? O que é o Sol?

Durante minhas aulas de Ciências em uma escola pública, tive a experiência de trabalhar com um aluno cego. Eu sempre vivia me questionando sobre como abordá-lo no ensino de Astronomia. Mas comecei a perceber que, de algum modo, ele absorvia o que era informado e dele partiam as melhores perguntas. Ele desenvolvia mecanismos e caminhos próprios para alcançar o conhecimento. Nesse sentido, a proposta desse projeto é desenvolver estratégias e, principalmente, desenvolver materiais táteis e estabelecer processos que levem à aprendizagem.

É o que informa a LDB no já citado art. 58, em que “entende-se por educação especial, para efeitos desta Lei, a modalidade de educação escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos com deficiência”. Diante do exposto, é fundamental que na escola, bem como em toda a sociedade, existam pessoas chamadas videntes, cegas e as que possuem baixa visão. O projeto vai proporcionar aos professores a oportunidade de trabalhar com alunos com essas características em uma sala de aula heterogênea, mesmo porque a legislação em vigor estabelece uma ação de educação inclusiva.

Para que tenhamos verdadeiramente um processo de ensino que promova a inclusão, devemos proporcionar igualdade de oportunidade para todos os alunos, sejam videntes ou com qualquer grau de deficiência visual.

Durante vários anos trabalhando com alunos cegos em salas de ensino regular, comprovei que práticas pedagógicas com materiais táteis possibilitam tanto o aprendizado para alunos videntes quanto para alunos cegos e/ou alunos com baixa visão. A proposta do projeto é voltada para que não ocorra exclusão de nenhum aluno e se evite a evasão escolar.

A legislação em vigor estabelece os critérios a serem observados para identificar esses alunos.

O Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, considera a deficiência visual como:

[...] cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60°; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores (BRASIL, 2004, p. 14).

a) Baixa visão:

Brasil (2001a) define baixa visão como uma alteração da capacidade funcional da visão, isso leva a vários fatores:

[...] baixa acuidade visual significativa, redução importante do campo visual, alterações corticais e/ou de sensibilidade aos contrastes que interferem ou limitam o desempenho visual do indivíduo. A perda da função visual pode ser em nível severo, moderado ou leve, podendo ser influenciada também por fatores ambientais inadequados. (BRASIL, 2001, p. 33)

b) Cegueira total:

Já a cegueira é a perda total da visão até a ausência de projeção de luz, ou seja, envolve as pessoas que possuem redução da acuidade visual central. Brasil (2001) define a deficiência visual abarcando pessoas com baixa visão e pessoas cegas. O processo de aprendizagem se fará através dos sentidos remanescentes (tato, audição, olfato, paladar), utilizando o Sistema Braille como principal meio de comunicação escrita.

2 Fundamentação Teórica

No presente trabalho, a produção de material tátil é incorporada à audiodescrição, por meio da qual possibilita ao aluno cego e/ou aluno com baixa visão possuir mais uma alternativa que o leve, de uma maneira mais eficaz, ao favorecimento de um ensino-aprendizagem voltado para o meio onde ele está inserido. Nesse sentido, existem muitos documentos que fundamentam o direito das pessoas com deficiência a frequentar escolas de ensino regular, assim como a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008) e a Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015) estabelecem o dever do Estado e da família em oferecer uma educação inclusiva e garantir adaptações a esses alunos, de forma a assegurar-lhes uma educação de qualidade e igualdade de oportunidades.

Diante do exposto, é muito importante o fato de propiciar a compreensão de várias áreas da Ciência, uma vez que elas são pautadas de percepção visual, o que desequilibra a "balança" e não estabelece a mesma oportunidade da qual os videntes são portadores. O processo deste trabalho é justamente propiciar uma equidade entre os alunos (cegos e videntes) e compartilhar conhecimento, e, assim, favorecer acessibilidade aos conteúdos programáticos.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a partir de um documento do IORJ, a Baixa Visão pode ser classificada nos seguintes aspectos:

- 20/30 a 20/60: é considerado leve perda de visão, ou próximo da visão normal;
- 20/70 a 20/160: é considerada baixa visão moderada;
- 20/200 a 20/400: é considerado grave deficiência visual, baixa visão grave;
- 20/500 a 20/1000: é considerado visão profunda, baixa visão profunda;
- Inferior a 20/1000: é considerado quase total deficiência visual, cegueira total ou quase;
- Nenhuma Percepção da luz: é considerada total deficiência visual, cegueira total (INSTITUTO DE OFTALMOLOGIA DO RIO DE JANEIRO, 2023).

Diante do exposto, há a necessidade de estabelecer-se uma avaliação dos aspectos funcionais da visão dessas pessoas. O uso de instrumentos ópticos, materiais escritos ampliados e uso de softwares são ferramentas que auxiliam esses alunos.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), há 506 mil cegos no Brasil. Essa parcela da população historicamente tem à disposição uma baixa oferta de material de leitura. O avanço tecnológico facilitou em muito o acesso à informação, principalmente com a criação dos leitores de tela, programas de computador que convertem o texto em áudio e os permitem navegar na internet. Mas um código inventado há 197 anos ainda é indispensável à educação e à inclusão dessas pessoas. (FARIA, 2023)

Toda essa tecnologia que existe é bem-vinda, mas não substitui o braile. No braile, você efetivamente lê, você tem contato com a ortografia. Se você acabar com o braile, você vai acabar causando um problema muito sério para a alfabetização e futuramente para a empregabilidade, porque uma pessoa mal alfabetizada não vai conseguir uma vaga qualificada — afirma Markiano Charan Filho, que é cego e preside a Associação de Deficientes Visuais e Amigos (Adeva), de São Paulo (SP). (FARIA, 2023)

Em qualquer situação, cegueira ou baixa visão, o uso do código Braille, materiais táteis e tecnologia, como computadores e softwares, são indispensáveis para a adequação e para enfatizar os sentidos remanescentes, principalmente quanto ao tato e a audição.

A história conhecida de Helen Keller, surdocega desde os primeiros anos de vida, mas que alcançou um alto grau de educação, é referência para que se compreenda que uma influência racional e a introdução de dispositivos culturais podem reestruturar a mente, mesmo quando o desenvolvimento é gravemente prejudicado por uma incapacidade física (VYGOTSKY; LURIA, 1996; p. 223).

A supercompensação vem a ser a superação da superação, em que o sujeito é capaz de ir além do propósito estabelecido, indo mais no sentido de alcançar o executado pelas pessoas videntes. A pessoa cega foi sempre estereotipada como uma pessoa fadada a viver na escuridão e isolamento.

Igualmente Vygotsky destaca:

As relações entre os órgãos dos sentidos se equiparam diretamente com as relações entre os órgãos pares; o tato e a audição *compensam aparentemente* de forma direta a visão que há declinado, como o rim *são* compensa o doente; o menos orgânico se cobre mecanicamente do mais orgânico (VYGOTSKY, 1997, p. 34-35).

De maneira idêntica, é importante destacar que os caminhos utilizados por uma pessoa cega e/ou com baixa visão seguem o mecanismo de acionamento de suas vias colaterais. Assim, esse mecanismo só terá sentido se forem ofertadas condições que provoquem tais sentidos e os estimulem, como o tato e a audição.

Martins e Fares (2017) ao discutirem a importância da acessibilidade literária para pessoas com deficiência visual, destacam a importância da oralidade direcionada ao estudante cego:

[...] as pessoas com deficiência visual são capazes de usufruir de todas as emoções liberadas pela escuta de livros literários [...]. Mas esse prazer apreciado pelos sujeitos da pesquisa, essa recepção da estética do texto só foi possível por meio do livro falado, ou seja, eles precisam dessa acessibilidade literária, isso é comum entre eles, um traço de identidade desse público (MARTINS, FARES, 2017, p. 18).

Fica claro, portanto, que a audiodescrição e o material tátil estão ganhando espaços significativos no processo de ensino-aprendizagem de pessoas com deficiência visual, de maneira que essas ações possibilitam, assim, ativar mecanismos colaterais e cognitivos.

A audiodescrição é formada por imagens e de uma tradução oral. Nesse sentido, é importante também incluir a sensibilidade auditiva, estímulo que faz parte integrante deste trabalho. No ensino das ciências, e particularmente da Astronomia, audiodescrição deve ser utilizada de forma simples e adequada ao público a que se destina. Nesse caso, nos referimos aos alunos cegos e/ou com baixa visão, no entanto os alunos videntes também se beneficiam. Do ponto de vista da ação pedagógica, esse tipo de movimento, oral e visual, deve ser feito contemplando também as pessoas cegas e/ou com baixa visão.

Nesse momento em que ocorre a abordagem oralidade e visual é fundamental que o interlocutor estabeleça uma relação harmoniosa com o ouvinte, tanto dos videntes quanto dos cegos. Deve ocorrer de uma maneira em que o ouvinte (cego) esteja disposto a ouvir, para isso é importante que o professor (interlocutor) identifique com a pessoa cega qual a melhor maneira da condução do conteúdo, pois as pessoas são diferentes, não quanto ao aspecto físico, mas sim a maneira pelo qual sente-se mais à vontade em acolher tais conteúdos. Existem pessoas que são mais detalhistas e outras nem tanto. A forma para se obter tais informações será estabelecida por meio do diálogo.

É durante a oralidade que surgem dúvidas quanto a tratativa de abordagem com alunos cegos. Expressões tais como “olhem aqui” ou “vejam isso” em nada atrapalham a oralidade e o diálogo com a pessoa cega, e, portanto, não devem ser evitadas, pois, dentro de um contexto de inclusão, tais expressões corroboram ainda mais para um ambiente favorável, em que o objetivo principal é o aluno cego.

É evidente que essas ações são importantes, em que a audiodescrição, quando bem elaborada e fundamentada, concomitantemente ao sistema Braille, traz enormes benefícios, permite que pessoas cegas e/ou com baixa visão realizem sua leitura através do tato.

Vygotsky (1997) descreve que a pessoa cega, ao apropriar-se desse sistema, adquire novos significados de linguagem e, portanto, torna-se um aliado das vias colaterais.

Quando associado todos esses instrumentos ao que é chamado de didática multissensorial, tudo possibilita para que a pessoa cega tenha a mesma oportunidade ou fique muito próxima da acessibilidade que é proporcionada aos videntes. A sensibilidade ao tato, tanto para leitura quanto para descoberta de formas e relevos, abre uma grande possibilidade para o aluno cego absorver conhecimento. Identifica-se, portanto, que tais ações metodológicas

se complementam. Materiais táteis como recurso para aprendizagem de pessoas cegas e/ou com baixa visão, com o docente utilizando a audiodescrição e fazendo uso de novas tecnologias, garantem um melhor aprendizado.

Materiais táteis e materiais visuais devem e precisam ser apresentados aos alunos cegos e aos videntes, o que é preciso estabelecer são as adequações que permitam ao professor formas de abordagem para tornar o ensino e a aprendizagem mais eficiente e instigante.

A ausência da visão possibilita o sujeito a adaptar-se ao mundo que o cerca e ter sensações diferentes das que um sujeito vidente está acostumado, e de certa forma perceber o ambiente onde ele está inserido de maneira também diferente.

A proposta desse trabalho vem nesse sentido, ou seja, em demonstrar a essa pessoa que não enxerga outras possibilidades de aprendizado. Os avanços em termos de inclusão são lentos e muitas vezes poucas inovações ou discussões são realizadas com a devida atenção que a questão merece. No cerne dessa questão, essas novas perspectivas surgem à medida que se deparam com a falta de instrumentos que estabeleçam relações de ensino-aprendizagem com esse público. Algumas questões são levantadas ao ter contato com alunos cegos e/ou alunos com baixa visão.

Observe como exemplo a abordagem a tais alunos que necessitam de conhecimento em ciências em conteúdos de Física, Química, Matemática, Biologia e Astronomia. Mais precisamente na aula de Física, onde o professor é vidente e o aluno é cego, o relato e experiência ocorrem em uma escola de ensino regular. É inevitável concordar com Camargo & Silva (2003) quando afirmam que “é compreensível que os estudantes com deficiência visual tenham grande dificuldades com a sistemática do Ensino de Física atual visto que o mesmo invariavelmente fundamenta-se em referenciais funcionais visuais” (CAMARGO & SILVA, 2003, p. 1218)

Para Meihy (1996), “a história oral temática é a que mais se aproxima de soluções comuns e tradicionais de apresentação de trabalhos analíticos em diferentes áreas do conhecimento acadêmico.” (MEIHY, 1996, p. 145)

Em um trabalho relacionado, investigam-se os problemas inerentes ao ensino de Física para estudantes cegos por meio da análise de narrativas escritas da experiência escolar de professores e alunos. Os dois grupos estudados indicam a falta de preparo da escola e dos professores como a principal dificuldade para a não-aprendizagem e a consequente evasão escolar. (COSTA et al., 2006)

Sabe-se que a literatura sobre o ensino de Física a pessoas com deficiência ainda é incipiente, conquanto demande pesquisas para melhor evidenciar-se tal situação. A maneira como a Física está sendo ensinada tem sido questionada em inúmeros trabalhos (WEEMS, 1977; NEVES, 2000; CAMARGO, 2003; CAMARGO, 2005; CAMARGO, 2007) os quais apontam, em sua maioria, a utilização de aulas expositivas apoiadas em uma estrutura visual. Pesquisas realizadas junto a esse grupo têm comprovado a importância da experimentação, principalmente quando os experimentos são adaptados para explorar os demais sentidos (BARROS, 2003; CAMARGO, 2003; CAMARGO, 2004; COSTA-PINTO, 2005; MEDEIROS, 2007; CAMARGO, 2007).

Diante de tantas configurações, outras situações merecem análise e estudo: levantamento bibliográfico em eventos da área de Astronomia e periódicos específicos em âmbito nacional. Quantos periódicos e artigos foram elaborados e divulgados em Astronomia? Quantos desses são específicos na inclusão de pessoas cegas?

Nota-se, diante do quadro nacional, que são apresentados artigos, periódicos, livros que são voltados para a área de ensino de Astronomia, especialmente que atendam aos portadores de deficiência visual. A falta de literaturas, recursos materiais técnicos e pedagógicos, apontam na direção que temos que evoluir exponencialmente para garantir e subsidiar ações para garantir um ensino igualitário. Em relação aos discentes, videntes ou não, tornar mais eficaz estratégias e metodologias que ofereçam perspectivas ao ensino de Astronomia aos deficientes visuais, de forma a subsidiar estratégias e metodologias que ofereçam perspectivas ao ensino de Astronomia aos deficientes visuais, é uma estratégia válida.

O quadro de produção científica na área de Astronomia, destinado ao público com deficiência visual, está muito longe do ideal e que necessita de um empenho maior de docentes e de cientistas, no âmbito de fomentar pesquisas e tratativas ao que se refere ao Ensino de Astronomia para os alunos e pessoas cegas e/ou pessoas com baixa visão. Assim, a produção de materiais didáticos e de baixo custo, contribuem de maneira singular no ensino/aprendizagem de tópicos de Astronomia, onde os alunos com deficiência visual, encontrem no material tátil, facilidade de compreensão na conexão entre a forma verbalizada e concreta, possibilitando assim um aprendizado que faça sentido para ele.

Partindo desse princípio, teremos um objetivo geral e podemos por meio dele organizar uma sequência de tópicos de Astronomia em consonância com os materiais de baixo custo desenvolvidos.

2.1 Inclusão e Integração

Em Brasil (2015), é possível observar qual o papel da educação para os estudantes com deficiência. O Art. 27 diz que

A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurados sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem. Parágrafo único. É dever do Estado, da família, da comunidade escolar e da sociedade assegurar educação de qualidade à pessoa com deficiência, colocando-a a salvo de toda forma de violência, negligência e discriminação (BRASIL, 2015).

A educação de cegos no Brasil não é uma inovação. Em 1784, na França, foi criado o Instituto Real dos Jovens Cegos de Paris, tendo a figura do professor Valentin Haüy como seu fundador. Conta-se que, certa vez, ficou assombrado ao assistir uma peça teatral na qual jovens cegos eram protagonistas e pela forma “irônica” com que foram recepcionados. De acordo com Soares e Carvalho (2012, p. 17) e conforme citado por Camargo (2014, p. 157), além do ensino da escrita por meio de letras em relevo, o Instituto continha em seu currículo disciplinas como aritmética, geografia e música. A inclusão dos alunos cegos e alunos com baixa visão não se contempla somente no âmbito social, vai além disso, e o que concretiza tal ação é formalizada por meio também de uma integração inclusiva. Essas duas formas, incluir/integrar, tornam-se cada vez mais dependentes entre si, uma vez que do ponto de vista educacional estão vinculadas à ideia também do papel social que representam. Políticas públicas são cada vez mais decisivas para que a inclusão/integração se tornem cada vez mais eficazes em seus aspectos formativos. É o que diz a Lei Brasileira de Inclusão (LBI) (Lei 13.146/2015).

No Brasil, a educação inclusiva/integrada surgiu em 1835 através da criação do Instituto Benjamin Constant (IBC) Figura.1, no Rio de Janeiro, com o projeto do então deputado Cornélio Ferreira França, com o objetivo de criar salas para surdos-mudos e para cegos. Porém, somente em 1854 foi criado o Imperial Instituto dos Meninos Cegos no RJ, sendo a figura de José Alvares de Azevedo o pioneiro no ensino de cegos no Brasil.

Figura 1 – Instituto Benjamin Constant



Fonte: Revista da Semana – 17/10/1936

Hoje o IBC segue como referência nacional no atendimento não só a alunos cegos/baixa visão, bem como na assistência a alunos surdos-mudos e com deficiências múltiplas. O IBC, além dos princípios básicos da instituição, que tem sua atenção voltada para o ensino de alunos cegos, atua paralelamente no campo da pesquisa científica no desenvolvimento e fomento de novas estratégias no campo da educação especial inclusiva, oferece capacitação aos profissionais, tanto na área médica como na área educacional, com programas de treinamento, capacitando-os, assim, para atuarem de forma efetiva na proposta educacional de inclusão.

As capacitações aos professores especialistas envolvem: Escrita Braile, Soroban, Orientação e Mobilidade, Atividades de Vida Diária, Informática, Reeducação visual, entre outras que auxiliam esses a complementar o processo de aprendizagem dos alunos cegos e/ou alunos com baixa visão (SILVA, LANDIM E SOUZA, 2014, pag. 7). Nesse sentido, a tradução visual torna-se um instrumento eficaz que acompanha a comunicação interpessoal.

Para Lima (2011), a tradução visual na forma de audiodescrição pode ser considerada uma tecnologia assistiva, pois:

[...] consiste em uma atividade que proporciona uma nova experiência com as imagens, em lugar da experiência visual perdida (no caso de pessoas cegas adventícias), e consiste em tecnologia assistiva, porque permite acesso aos eventos imagéticos, em que a experiência visual jamais foi experimentada (no caso das pessoas cegas congênitas totais). Em ambos os casos, porém, é recurso inclusivo, à medida que permite participação social das pessoas com deficiência, com igualdade de oportunidade e condições com seus pares videntes. (LIMA, 2011, p. 9)

Integrar um aluno com deficiência visual não significa simplesmente incluí-lo em uma sala de aula, é muito mais que isso. É trabalhar todas as suas possibilidades que são intrínsecas,

ou seja, cada indivíduo tem características próprias de alcançar seus objetivos. Para isso, a preparação do professor torna-se cada vez mais decisiva na comunicação interpessoal com o aluno. O que se espera da educação inclusiva é o despertar cognitivo latente no interior de cada educando. Isso faz com que a educação inclusiva tenha o caráter de instigá-lo, provocando o desenvolvimento de suas habilidades além do campo visual.

O que torna difícil, muitas vezes, o trabalho pedagógico do professor em sala de aula com alunos cegos é o desafio e a forma pelo qual ele encara o fato de ter em sua turma estudantes com essa deficiência quando deveria tratá-los simplesmente como alunos, assim como aqueles que são videntes.

Com efeito, vale trazer o texto elaborado na Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, que foi aprovada pela ONU no ano de 2006:

a) As pessoas com deficiência não sejam excluídas do sistema educacional geral sob alegação de deficiência e que as crianças com deficiência não sejam excluídas do ensino fundamental gratuito e compulsório, sob alegação de deficiência; b) As pessoas com deficiência possam ter acesso ao ensino fundamental inclusivo, de qualidade e gratuito, em igualdade de condições com as demais pessoas na comunidade em que vivem. (BRASIL, 2009)

Portanto, o texto nos remete à reflexão de que não podemos tratar pessoas iguais de maneiras diferentes por simplesmente elas serem diferentes. Assim, devemos praticar a inclusão garantindo paridade entre os que não têm deficiência e os que possuem algum tipo de limitação, oferecendo assim a mesma oportunidade para todos. Outra forma de inclusão do aluno cego é estimular aquilo que ele já sabe e como ele “enxerga” aquilo que o cerca, ou seja, através de estímulos e valorização do seu entendimento de mundo.

Martins afirma:

A educação, sob o enfoque inclusivista, cada vez mais é percebida como uma questão de direitos humanos, sendo a escola desafiada a mudar, de forma a atuar de maneira adequada e produtiva com a diversidade do alunado, dando respostas educativas de melhor qualidade para todos. (MARTINS, 2008, p. 11)

Entende-se então que o papel da escola é estabelecer procedimentos e metodologias que sejam desafiadoras a todos, videntes e cegos, deixando, assim, cada vez mais tênue essa linha que compartilha conhecimento. Diante de tudo isso, é notório o uso de materiais táteis que aumentem e contribuam para o fortalecimento do processo ensino/aprendizagem, seja no uso de materiais táteis, linguagem em Braille e até mesmo o uso da sonorização. Os recursos que

hoje são disponibilizados por meio de maquetes, objetos tridimensionais, juntamente com recursos tecnológicos, são grandes aliados na transcrição de conteúdo.

O propósito desse trabalho é o de produzir materiais de maneira a contribuir com recursos pedagógicos, pois são poucos os oferecidos e o desafio maior é atender um alunado cada vez mais exigente a procura de conhecimento.

Quando se fala em inclusão e integração, tem-se usado sistematicamente essas palavras como sinônimas e isso tem levado a um mesmo tratamento para uma mesma causa, dando origem a interpretações que não se conectam quando o assunto é o atendimento de pessoa com deficiência. A grafia é diferente, assim como seus significados.

Inclusão, ato ou efeito de incluir (se), refere-se, portanto, ao ato de incluir indivíduos respeitando suas diferenças.

Dentre as características de inclusão podemos destacar:

Inclusão Social - Esta trata de mecanismos e ações garantidas por lei de maneira a assegurar um tratamento com equidade a todos que fazem parte de uma sociedade.

Inclusão Escolar - Refere-se ao acesso (também garantido por lei) à escola, sem qualquer tipo de discriminação/segregação, não importando a classe social, deficiência física/mental, gênero, raça, religião, entre outros.

Integração - Ato ou efeito de integrar, tornar inteiro, reunir. Ao contrário da inclusão, a integração é uma ação mais vinculada ao todo, ou seja, é estabelecida a quantidade em seu principal objetivo.

Portanto, pode-se concluir que a inclusão escolar estabelece uma integração (todos) a uma escola inclusiva (qualidade), garantindo, assim, atender as necessidades educacionais especializadas (todos/qualidade) de forma igualitária, de qualidade e que oportunizem a todos as mesmas condições de aprendizagem livre de qualquer tipo de segregação ou discriminação.

2.2 Educação Inclusiva no Mundo

A educação inclusiva no mundo atual, em todas as suas formas, mais especificamente se tratando de alunos cegos e/ou alunos com baixa visão, toda a comunidade escolar (pais, professores, funcionários etc.) deve estar preparada para o grande desafio.

Durante muito tempo, as pessoas cegas foram colocadas à margem da sociedade e delas foi subtraído o direito ao ensino de forma igualitária, sem que lhes fosse dado a oportunidade de expressarem seus conhecimentos e habilidades. Isso ficou muito evidente na Idade Média,

onde essas pessoas, por conta de suas deficiências, tinham sua imagem vinculada a demônios. Muitas foram perseguidas, julgadas e mortas: “[...] a religião, com toda a sua força cultural, ao colocar o homem como ‘imagem e semelhança de Deus’, ser perfeito, inculcava a ideia da condição humana como incluindo perfeição física e mental” (MAZZOTA, 2001).

No mundo atual, essa concepção não tem mais sentido, embora ainda exista muita desinformação acerca das pessoas cegas e com baixa visão, levando a uma ideia totalmente equivocada e abominada pelo mundo contemporâneo de que essas pessoas são incapazes de exercer atividades exclusivas de pessoas videntes. Passados muitos anos, a ciência trouxe uma lógica que refutava tais afirmações, que eram simplesmente atribuídas a forças divinas.

Na década de 1980 foi instituído o “Ano Internacional do Deficiente”. Nesse contexto, estabelece-se igualdade de direitos para pessoas com deficiência. Dados da OMS (04/01/2020) relatam que existem cerca de 36 milhões de pessoas cegas no mundo. Já o número de pessoas com deficiência visual moderada a grave é da ordem de 216 milhões (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2024)

A definição sugerida pela American Foundation For The Blind é de que a criança cega é aquela cuja perda da visão indica que pode e deve funcionar em seu programa educacional, principalmente através do sistema Braille, de aparelhos de áudio e de equipamentos especiais, necessário para que alcance seus objetivos educacionais com eficácia, sem uso da visão residual. Portanto, de visão subnormal, a que conserva visão limitada, porém útil na aquisição da educação, mas cuja deficiência visual, depois de tratamento necessário, ou correção de ambos, reduz o progresso escolar em extensão tal que necessita de recursos educativos. (MASINI, 1993, p. 65).

Com o advento do renascentismo, o mundo começava a passar por transformações significativas que permeiam os meios políticos, passando pela economia e chegando ao campo social. Em consequência, a sociedade, por meio da ciência, passou a ter um olhar mais significativo em prol das pessoas com deficiência. Um dos primeiros movimentos, nesse sentido, a prestar um atendimento educacional especializado ocorreu na Europa. Já na Grécia antiga a oralidade era usada como um instrumento para transmitir conhecimento, e é interessante destacar que na cultura grega as pessoas cegas não sofriam qualquer tipo de discriminação ou segregação, o que havia era avaliar em qual classe social essa pessoa cega fazia parte, de maneira que, dependendo do nível social a que ela pertencia, melhor era a atenção dada a essa pessoa. De qualquer forma, mesmo o cego sendo atendido em suas necessidades,

fica claro ainda resquícios de privilégios a famílias mais abastadas onde o cego ou a pessoa com deficiência está presente.

A partir do século XVI, portanto no pós-renascimento, com as várias transformações ocorrendo em diversas áreas do conhecimento, os cegos tiveram avanços tanto na área social quanto na educacional. Com isso surge em Paris o Instituto Nacional dos Jovens Cegos, cujo fundador foi Valentin Haüy (1745-1822). Seu trabalho foi promover a integração, educação e a socialização de pessoas cegas. Outro grande e importante personagem que mudou a condição no sentido de proporcionar a comunicação dos cegos, que até então era feita na forma da oralidade, foi Louis Braille, que fora estudante do Instituto Nacional dos Jovens Cegos. Ele perdera a visão aos três anos de idade devido a uma infecção em seus olhos.

Braille adaptou uma forma de comunicação de um código militar usado à época, conhecida como sonografia, desenvolvendo um sistema de sinais em alto relevo, na qual 63 combinações passariam a representar as letras do alfabeto. Estava, assim, criado o Sistema Braille.

2.3 Educação Inclusiva nos Estados Unidos da América

Não abordaremos aqui a forma pelo qual outros países executam seu sistema de inclusão de deficientes visuais, mesmo porque fugiria do escopo do presente trabalho, mas existem aspectos interessantes quando se trata da nação mais poderosa do mundo. Nos Estados Unidos, a inclusão de alunos com deficiência é amparada por uma Lei Federal, a IDEA - Lei de Educação de Indivíduos com Deficiência. A Lei original, criada em 1975, tinha o título de: Lei da Educação para Todas as Crianças com Deficiência.

O Congresso reautorizou a IDEA em 2004 e, mais recentemente, alterou a IDEA através da Lei Pública 114-95, a Lei de Todos os Estudantes com Sucesso, em dezembro de 2015.

A Lei obriga as escolas públicas a desenvolverem ações que promovam apoio individualizado a esses alunos (IPEP - Programa de Educação Individualizado), essa ação é elaborada em conjunto com professores, pais e professores especialistas. Ela garante ao aluno sua inclusão ao que é chamado de LRE - *Less Restrictive Environment* (Ambiente Menos Restritivo), ou seja, em ambientes educacionais comuns, sem segregação, permitindo assim sua inclusão em ambientes nos quais alunos não deficientes são atendidos. Isso leva a igualdade de oportunidades, mesmo que esse aluno necessite de recursos visuais-táteis, tudo que lhe for necessário e que lhe proporcione bem-estar e prazer em aprender.

Essa mesma lei determina, entre outros princípios:

Educação Pública Apropriada Gratuita;

- 1- Avaliação Adequada;
- 2- Participação dos Pais e Alunos (quando possível) na Tomada de Decisões;
- 3- Salvaguardas Processuais.

No Estado do Novo México, existem escolas que atendem somente alunos cegos, elas estão localizadas em Almogordo e Albuquerque. Nelas, os alunos com deficiência visual têm apoio de um professor de educação especial e um assistente. Eles fazem um trabalho conjunto, o assistente utiliza o Sistema Braille para anotações que servem de base de dados para o aluno. Existe também uma preocupação com o mobiliário, acessibilidade aos espaços da escola, fazendo com que o ambiente se torne o mais favorável possível de forma a garantir maior segurança e sucesso no aprendizado. Os professores recebem capacitação para o exercício do trabalho ao que se refere aos alunos com deficiência, podendo dentro dessas capacitações especializar-se no ensino de deficientes visuais. Quanto aos assistentes, esses necessitam de uma certificação que os habilitem a desempenhar a função de assistente, conforme estabelece o decreto federal 2001 - “No Child Left Behind” - Nenhuma criança deixada para trás (INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT, 2016).

2.4 Educação Inclusiva no Brasil

Muito tem-se discutido sobre a educação no Brasil, e com a educação inclusiva não é diferente. A escola é a principal estrutura que forma o cidadão, sendo que esta deverá fornecer às pessoas possibilidades de crescerem e se desenvolverem. Mas nem sempre foi assim. Vivemos algo novo e que durante muito tempo se perpetuou como algo exclusivo das classes mais favorecidas, uma escola elitizada, e as minorias fadadas ao delírio em ter uma educação que ao menos lhes propiciasse subsistência. A educação inclusiva trouxe uma nova dimensão e diretrizes, principalmente às pessoas menos favorecidas não somente no contexto social, mas sobretudo nos aspectos cognitivo, intelectual e físico. A escola tem o papel fundamental de propiciar uma educação inclusiva nos seus mais amplos aspectos. A Constituição Federal de 1998, juntamente com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, estabelece, no Art. 29:

A Educação Infantil, primeira etapa de educação básica, tem como finalidade o desenvolvimento integral da criança de até 05 (cinco) anos em seus aspectos físico,

psicológico, intelectual e social, complementando a ação da família e da comunidade (BRASIL, 1988).

Morin (2011, p. 49-50) apresenta de forma belíssima esse princípio. Cabe à educação do futuro cuidar para que a ideia de unidade da espécie humana não apague a ideia de diversidade, e que a da sua diversidade não apague a da unidade. Há uma unidade humana; uma diversidade humana. A unidade não está apenas nos traços biológicos da espécie *Homo sapiens*. A diversidade não está apenas nos traços psicológicos, culturais ou sociais do ser humano, existe também diversidade propriamente biológica no seio da unidade humana; não apenas existe unidade cerebral, mas mental, psíquica, afetiva e intelectual. Além disso, as mais diversas culturas e sociedades têm princípios geradores ou organizacionais comuns. É a unidade humana que traz em si os princípios de suas múltiplas diversidades. Compreender o humano é compreender sua unidade na diversidade, sua diversidade na unidade. É preciso conceber a unidade do múltiplo, a multiplicidade do uno.

Devemos ter ciência que o estímulo sensorial faz parte de um complexo sistema que viabiliza a construção de conhecimento. Assim, um destes estímulos que faz parte dessa complexa rede, a visão, torna-se necessária, no entanto não é o único mecanismo a estimular o aspecto cognitivo.

No Brasil, existe a preocupação em tornar o ensino de pessoas com deficiência o mais acessível possível. Para tanto, diversas normas, diretrizes e leis estabeleceram ao longo do tempo mecanismos a serem seguidos por suas secretarias estaduais e municipais de educação, para que promovam ações de inclusão e integração de pessoas com deficiência. A Lei nº 13.146 vai ao encontro dessas perspectivas, em especial nos seus artigos 1º, 2º, 27 e 28:

Art. 1º - É instituída a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania. Parágrafo único. Esta Lei tem como base a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, ratificados pelo Congresso Nacional por meio do Decreto Legislativo nº 186, de 9 de julho de 2008, em conformidade com o procedimento previsto no § 3º do art. 5º da Constituição da República Federativa do Brasil, em vigor para o Brasil, no plano jurídico externo, desde 31 de agosto de 2008, e promulgados pelo Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009, data de início de sua vigência no plano interno.

Art. 2º - Considera-se pessoa com deficiência aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas. § 1º A avaliação da deficiência, quando necessária, será biopsicossocial, realizada por equipe multiprofissional e interdisciplinar e considerará: I – os impedimentos nas funções e nas estruturas do

corpo; II – os fatores socioambientais, psicológicos e pessoais; III – a limitação no desempenho de atividades; e IV – a restrição de participação. § 2º O Poder Executivo criará instrumentos para avaliação da deficiência.

Art. 27. - A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurados sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem. Parágrafo único. É dever do Estado, da família, da comunidade escolar e da sociedade assegurar educação de qualidade à pessoa com deficiência, colocando-a a salvo de toda forma de violência, negligência e discriminação.

Art. 28. Incumbe ao poder público assegurar, criar, desenvolver, implementar, incentivar, acompanhar e avaliar: I – sistema educacional inclusivo em todos os níveis e modalidades, bem como o aprendizado ao longo de toda a vida; II – aprimoramento dos sistemas educacionais, visando a garantir condições de acesso, permanência, participação e aprendizagem, por meio da oferta de serviços e de recursos de acessibilidade que eliminem as barreiras e promovam a inclusão plena; III – projeto pedagógico que institucionalize o atendimento educacional especializado, assim como os demais serviços e adaptações razoáveis, para atender às características dos estudantes com deficiência e garantir o seu pleno acesso ao currículo em condições de igualdade, promovendo a conquista e o exercício de sua autonomia (BRASIL, 2015).

2.5 Inclusão do Aluno Cego/Baixa Visão

Ao tratarmos da inclusão escolar do aluno cego/baixa visão, partimos sempre do pressuposto de que as pessoas cegas têm um fator limitador e determinante que as impede de socializar e realizar atividades inerentes às pessoas videntes, em particular o desempenho educacional. Embora a visão seja um componente que possibilita às pessoas videntes uma maior integração ao aprendizado, o fato de não possuir a visão não as impede de desempenhar plenamente suas funções em sala de aula, desde que sejam estabelecidas e respeitadas suas condições para executá-las.

A pessoa cega não deve ser tratada como dependente. Quanto mais autonomia ela tiver, mais tranquilo será o processo de ensino/aprendizagem e, com isso estabelece-se um clima de confiança e autoestima elevada. É evidente que mecanismos devem ser desenvolvidos para que suas habilidades sejam desempenhadas da melhor maneira, respeitando sempre suas diferenças e seu tempo para execução de tarefas. Nesse sentido devemos incentivá-las a acreditarem em seus próprios potenciais e não aplicar o que se chama de capacitismo, ou seja, que é a forma e o resultado da exclusão sistemática em comparação com as pessoas sem deficiência. O capacitismo é uma ação de segregação, em que as pessoas com deficiência são tratadas como incapazes de exercer as mais simples atividades comuns quando se vive em sociedade, quer seja no trabalho, lazer ou na escola.

O sentido da visão é próprio e faz parte das ações das pessoas videntes quando se refere em “ver”, enxergar, mas qual o sentido então quando falamos de ondas eletromagnéticas, que ninguém vê? Isso inclui os videntes, que mesmo não enxergando tais ondas as concebe como verdadeiras e são aceitas para explicar os fenômenos da luz. Então por que as pessoas cegas não poderiam ter o mesmo entendimento, já que ambos (videntes ou cegos) não as “enxergam”?

Um dos maiores desafios para a escola e que se tem tornado uma grande questão a ser respondida é como deve ser feita a inclusão dos deficientes visuais no ambiente da sala regular. Essa questão permanece e é frequentemente abordada pelo corpo docente, muito por conta de como educadores, pais e a escola estão preparados e devidamente equipados para receber os alunos com deficiência visual. Alguns educadores defendem a ideia de um ambiente próprio para atendê-los, ou seja, salas individualizadas longe da sala regular. E estes educadores partem da premissa de que estando em um ambiente só deles e longe da ação discriminatória, as possibilidades de se ter êxito de aprendizagem tornam-se reais, acreditando que estando em um ambiente “especial” os fará mais seguros e confiantes para o aprendizado.

No entanto, o Estado deve garantir, conforme a lei estabelece e determina, que o acolhimento desses alunos com deficiência visual ocorra em salas regulares e dessa forma possam trocar experiências com os demais educandos, a fim de estimular e criar um ambiente saudável, um clima de harmonia e fornecer condições não só estruturais e materiais, mas também o espírito do coletivo, pois todos fazem parte do processo.

É fato que muitos alunos com deficiência visual não alcançam sua autonomia, muitas vezes causada por parte de excesso de zelo ao se adotar uma superproteção, tanto na família quanto na escola, o que limita o próprio aluno a desenvolver suas habilidades e autonomia.

Colocar esses alunos em uma “bolha” não parece ser a melhor solução. O aluno com deficiência visual é tão capaz quanto os alunos videntes, ele só não enxerga, sua capacidade cognitiva não é afetada pela falta dela. Alunos com deficiência visual enfrentam as mesmas barreiras, as mesmas dificuldades às quais todos nós estamos sujeitos. Ele apenas não enxerga. Os alunos cegos e com baixa visão devem fazer parte das salas regulares de ensino, o que é importante é o tratamento igual para todos sem distinção e proteção, isso trará respeito ao tempo de cada um, respeito de opiniões e respeito às diferenças. O início é difícil, marcado muito mais por incertezas, insegurança e medo por se tratar de um mundo desconhecido tanto para a escola e para os professores.

O papel do professor torna-se muito importante nessa relação, muito mais no sentido em promover um ambiente completamente livre de preocupações em ensinar e saber de

imediatamente o resultado. Cada etapa deverá ser percorrida com calma e em consonância com a proposta pedagógica. O diálogo com o aluno deficiente visual/baixa visão então torna-se um instrumento que vai proporcionar ao professor extrair desse aluno informações acerca das suas expectativas diante da proposta que a escola lhe oferece. A participação da família faz-se necessária, pois esse conjunto de ações serão determinantes na formação de um sujeito pleno e consciente de seus desejos e sua contribuição para a sociedade.

2.6 Família no processo de inclusão Escolar

A família deverá ter participação ativa, incentivando e validando as ações propostas pela escola/professor, bem como propondo ideias diante de reuniões com os professores, tendo como objetivo principal delinear ações que deem continuidade a proposta pedagógica dentro de casa. Quando se estabelece com clareza o papel de cada um, todos acabam aprendendo juntos, tornando assim mais significativo o processo de inclusão e ensino/aprendizagem, existindo assim um processo mais ativo e eficaz de maneira a não se perder a essência da colaboração mútua. Assim, o processo de inclusão na sala regular torna-se mais atrativo para o aluno, fazendo com que ele se sinta encorajado a superar sua limitação visual e estabelecer, por meio dessas ações, que não existem diferenças cognitivas entre ele e os demais alunos videntes.

Promovidas então essas ações na sala regular, o professor desenvolverá a sua proposta didática. Nesse momento de transição, é fundamental que a família tenha uma verdadeira sintonia com a escola. Dessen e Polonia (2007) trazem à luz a essência dessa importante participação:

"Os laços afetivos, estruturados e consolidados tanto na escola como na família permitem que os indivíduos lidem com conflitos, aproximações e situações oriundas destes vínculos, aprendendo a resolver os problemas de maneira conjunta ou separada." (DESSEN; POLONIA, 2007, p. 27)

Portanto, é inquestionável a participação da família no processo de inclusão escolar, sendo ela base fundamentada da sociedade; é cada vez mais decisiva e determinante na formação do indivíduo, sobretudo na busca de soluções e na orientação de seus filhos para uma vida mais participativa independentemente de suas limitações.

Estudos revelam que o apoio da família traz mais segurança aos alunos com deficiência. Nesse sentido, a família tem o papel de acolher, sugerindo ao indivíduo que ele não

está só, nem desamparado. Assim, fica garantida a acessibilidade à cultura e às demais questões sociais.

O desafio é muito grande, vivemos em uma sociedade onde o consumismo é algo avassalador, onde principalmente pais e mães trabalham para que tenham o mínimo de garantia de sobrevivência, o que muitas vezes os impedem de participarem da vida escolar de seus filhos. Quando se fala de inclusão então, o formato não é diferente. Assim, a família deve estabelecer uma condição de equilíbrio, colocando a inclusão escolar do aluno com deficiência como parte integrante da formação educacional de seu filho.

Oliveira e Sobral (2020) destacam que:

É de extrema importância na vida de qualquer criança o acompanhamento presencial dos pais e de toda a família, eles têm o dever de ofertar segurança, afeto e principalmente educação. Logo, a situação das famílias de deficientes não é diferente, são situações muito parecidas, porém a família que tem deficientes vive em uma situação mais delicada. (OLIVEIRA e SOBRAL 2020, p. 166)

Cambruzzi afirma que:

É importante notar que as famílias são imprescindíveis no processo educacional dos filhos, pois, as crianças demonstravam que estavam desenvolvendo autonomia, conscientização do outro e a convivência em grupo. Lembra que vale salientar que é fator fundamental a parceria escola/família, pois são agentes de transformação em termos individuais e, coletivamente, favorecem a mudança de visão, ainda distorcida, que a sociedade tem a respeito do deficiente. (CAMBRUZZI, 1998, p. 90)

Portanto, temos na família um verdadeiro suporte que dará sustentação e eficácia ao processo de inclusão, uma vez que foi planejada e articulada com a família

2.7 Acolhimento do aluno cego e/ou com baixa visão na escola e na sala de aula regular

É certo que a ansiedade e a insegurança estabelecem uma situação de inquietude entre o professor e o aluno cego e/ou com baixa visão quando ele faz parte da turma regular. Trata-se de uma reação normal do ser humano, a ansiedade é caracterizada por preocupação intensa, excessiva, persistente e medo de situações cotidianas. Dentro da sala de aula não é diferente quando se trata de inclusão do aluno cego. Professores não estão habituados com essa situação e muito menos foram preparados em seu curso de licenciatura para o trabalho docente com deficientes visuais. A importância está relacionada em promover uma inclusão que realmente faça sentido para ele e para a escola.

É fato que o estímulo luminoso proporciona aos indivíduos que a detém facilidade em compreender o mundo em que estão inseridos e, conseqüentemente, elaborar mecanismos que lhe proporcionem estabelecer ligações e fazer suas escolhas. No mundo de uma pessoa cega, afetada por distúrbios congênitos ou não, a forma de olhar e de se comunicar com o mundo são afetadas pela falta de estímulo luminoso.

É perfeitamente compreensível a insegurança e o medo de ensinar alguém com deficiência visual quando o professor não a possui, por isso a formação inicial do professor deve contemplar em seu currículo acadêmico disciplinas que versem sobre o assunto.

Devemos pensar em como incluir e integrar o cego, o mais cedo possível, na vida. O cego deve viver uma vida em comum com os videntes e, para isso, deve estudar na escola regular. É certo que os elementos específicos do ensino especial devem ser preservados na escola especial ou introduzi-los na escola comum. Em princípio deve se integrar os dois sistemas. Com o fim de vencer o espírito antissocial da escola especial é necessário realizar uma experiência cientificamente fundamentada no ensino e na educação compartilhada, entre cegos e videntes. Experiência que tem futuro promissor. (VYGOTSKY, 1997, p. 64)

O processo certamente não é fácil, mas fica muito mais eficiente quando se assume verdadeiramente o processo de inclusão como de fato deve ser realizado, onde todos os envolvidos (escola/professor e família) reiteram seus compromissos colaborativos na busca de soluções que direcionem para uma melhor tomada de decisões no sentido de estreitar o objetivo principal, que é o aluno com deficiência visual.

A inclusão começa quando o aluno passa pelo muro da escola. Isso implica a importância das condições estruturais em que a escola vai receber esse aluno, ou seja, o processo de inclusão não fará sentido para ele se o ambiente em que será inserido não oferecer as mínimas condições para que o estudante tenha autonomia. Não se trata, portanto, somente da preocupação com o caráter pedagógico, é preciso pensar e redimensionar a questão do bem-estar da pessoa deficiente em estar em um lugar seguro no aspecto de mobilidade.

Portanto, é importante que providências sejam tomadas no sentido de garantir que as pessoas com deficiência visual tenham seus direitos preservados quando o assunto é informação sobre os espaços da escola e a maneira com que ela vai se deslocar nesses espaços.

Esses espaços devem seguir normas de segurança, tais como: piso tátil, rampas de acesso com demarcações no piso, informação em Braille nas portas das salas de aula e banheiros (masculino e feminino) e piso tátil dentro da sala de aula. Observando esses aspectos, será

garantida uma maior independência para as pessoas com deficiência visual e/ou com baixa visão. Outro aspecto que causa muito temor por parte das pessoas e, principalmente, professores, é a forma de comunicação verbal com os cegos. Devemos ter uma forma de comunicação verbal com o aluno cego o mais simples possível, sem nenhum tipo de receio, afinal, sua audição não é em nada prejudicada pelo fato da perda de visão.

Outro aspecto muito importante trata-se da informação quando o aluno for fazer sua refeição. Informá-lo sobre o que está sendo servido requer que as pessoas que servem a merenda saibam quais e quantos alunos cegos estão sendo atendidos pela escola.

O Censo Escolar que ocorreu em 2022 mostra uma evolução quando se trata do número de matriculados com deficiência na rede regular de ensino. No entanto, quando o assunto é infraestrutura para atendimento desses alunos, cerca de 26,9% (47.933) de instituições de ensino não atendem a algum tipo de mobilidade, segundo dados do Ministério da Educação (MEC) e do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – Inep (BRASIL, 2021).

Nessa fase de acolhimento, é muito importante a maneira pelo qual o professor se comunica oralmente com o aluno cego. É um processo adaptativo para ambos, portanto passível de erros e acertos, e isso é muito comum quando lidamos com situações novas e em que o processo é colaborativo. Temos que ter a clareza que se trata de um processo evolutivo, e para isso tem que ser feito com calma e segurança, essas ações criam um clima favorável e positivo diante das expectativas. A autora Luzia Guacira dos Santos (2010), em seu livro "Orientações para atuação pedagógica junto a alunos com deficiência: intelectual, auditiva, visual e física", propõe as seguintes ações:

- Compreenda que a pessoa cega não vive num mundo escuro e sombrio. Ela percebe coisas e ambientes e adquire informações através do tato, da audição, do paladar, do olfato, dos sentidos sinestésicos e remanescentes;
- Utilize materiais com diferentes texturas e estimule todos os sentidos do seu aluno cego;
- Indique as distâncias dos objetos e coisas em metros, quando houver necessidade. Pode dizer, por exemplo: “A estante está a uns 2 metros à sua frente”;
- Ao orientar o seu aluno cego que direções seguir, o faça do modo mais claro possível. Diga "à direita", "à esquerda", "acima", "abaixo", "para frente" ou "para trás", de acordo com o caminho que ele necessite percorrer ou se voltar. Nunca use termos como “aqui”, “ali”, “lá”;
- Fale sempre diretamente ao seu aluno cego, e nunca por intermédio de seus colegas ou acompanhantes. Não evite as palavras "veja", "olhe" e "cego"; use-as sem receio. Todas as pessoas cegas as utilizam no seu cotidiano;
- Nunca exclua o aluno cego de participar plenamente das atividades de campo e sociais, nem procure minimizar tal participação. A cegueira não se constitui em problema para tais atividades. Permita que o aluno decida como participar;
- Proporcione ao aluno cego a chance de ter sucesso ou de falhar;

- Busque estratégias diferenciadas para o trabalho com seus alunos, viabilizando a imaginação, a criatividade e outros canais de percepção e expressão (tátil, auditiva, olfativa, gustativa, sinestésica), além da reflexão, da manipulação e exploração dos objetos de conhecimento;
- Possibilite diferentes instrumentos de avaliação, tais como: prova em Braille (se o aluno souber Braille), oral, apresentação de seminários etc.;
- Permita, durante as aulas, o uso do gravador e de demais recursos de tecnologia assistiva que lhe facilitem o aprendizado;
- Promova atividades colaborativas entre os alunos;
- Verbalize todos os procedimentos desenvolvidos, transmitindo com clareza os conteúdos de forma didática e audível;
- Dê mais tempo para o aluno cumprir suas tarefas e diminua o número de itens nas avaliações. Esta é uma garantia prevista pela Lei Brasileira de Inclusão. (SANTOS, 2020).

A escola, ao tratar essas questões como forma de se adaptar ao aluno cego, realizará de forma assertiva seu papel de agente de inclusão, não só no âmbito escolar, mas também na sociedade, garantindo assim o seu direito participativo enquanto cidadão(a).

3 Materiais e métodos

Os materiais utilizados na confecção dos modelos para o ensino de Tópicos de Astronomia, foram planejados e construídos com o menor custo possível. O método de ensino/aprendizagem, aplicado com os modelos propostos, foi de uma abordagem verbalizada e experimental.

3.1 Ensino de Astronomia para alunos cegos

Olhando para o céu noturno, ficamos deslumbrados pela sua beleza e imensidão, o que o torna curioso e ao mesmo tempo misterioso. Muitas vezes temos a nítida sensação de estarmos sendo acolhidos por esse imenso “cobertor” repleto de astros brilhantes, que muitas vezes nos intrigam pelo seu surgimento e origem. Esse fascínio torna-se ainda mais evidente quando queremos investigá-lo e fazer novas descobertas.

Amadores, profissionais e pesquisadores fazem parte de um grupo que se propõe a desvendar os mistérios do universo e sua origem. Ao estudar Astronomia e o universo, devemos ter condições favoráveis que nos habilitem mergulhar nessa desafiadora ciência que nos surpreende a cada dia.

Nosso cérebro tem como função a interpretação de informações, que sejam regidas pelos cinco sentidos: olfato, paladar, visão, audição e tato. A visão passa a ser então o principal meio de comunicação entre a imagem captada e sua interpretação pelo cérebro. Para que isso ocorra efetivamente, um elemento primordial torna-se fundamental: a luz, sem a qual o sentido da visão e os fenômenos a ela relacionados deixam de existir e tornam-se algo muito difícil de traduzir com fiel realidade. Assim, o estudo de astros que vagueiam pelo nosso universo, os objetos e suas formas, necessitam da luz para que possamos localizá-los, saber sua origem e composição.

A luz e a visão são funções complementares, uma depende da outra, ambas cumprem a função de estimular nosso cérebro por meio de imagens e este traduz essas informações por meio das células fotorreceptoras que chegam até a retina.

A Astronomia tem sua base de estudos no caráter observacional. Portanto, a visão é o instrumento mais eficaz que possuímos para enxergarmos o céu. A partir dessa premissa, caberia somente a quem tem a visão, função dominante somente pelos videntes, o privilégio do estudo de Astronomia. Grandes descobertas foram feitas por astrônomos do passado cujos

princípios e formulações são usadas até os dias atuais, astrônomos como Johannes Kepler e Galileu Galilei.

Kepler (1571-1630) formulou leis empíricas que explicam a movimentação dos planetas no Sistema Solar. Galileu Galilei (1564-1642) elaborou a lei da queda dos corpos, e justificou o movimento dos satélites de Júpiter como resultado do mesmo fenômeno que mantinha os planetas girando em torno do Sol.

O que ambos têm em comum além de serem brilhantes cientistas é a deficiência visual. Kepler aos 4 anos de idade contraiu varíola, o que lhe acarretou deficiência visual e ficando também com as mãos aleijadas. Galileu ficou praticamente cego, mas aos 72 anos. Essas deficiências em nada impediram que continuassem suas pesquisas e estudos.

Outro exemplo interessante é o de Wanda Díaz-Merced. Ela perdeu a visão quando cursava Física na Universidade de Porto Rico. Certo dia um colega lhe propôs ouvir um áudio onde fora gravado o som de uma explosão solar. Wanda ficou tão surpresa com o som que isso desencadeou um estímulo para estudar o que aquele som significava, decidiu então estudar Astronomia. Ela criou um método de estudar o Cosmos por meio do som, o que passou a chamar de sonificação, que se notabiliza pela conversão de dados numéricos em som, e, com o uso dessa ferramenta metodológica, conseguiu identificar buracos negros.

Nos dias atuais, os telescópios espaciais enviam dados aos computadores em terra e esses são transformados em informações e ruídos; os radiotelescópios captam ondas eletromagnéticas (que não são visíveis nem mesmo aos videntes) e posteriormente são traduzidos em imagens e sons, e é assim que a Wanda Díaz-Merced concentra suas pesquisas, tendo o som como aliado.

Já o Dr. Nicolas Bonne, astrônomo australiano cego, é responsável por um projeto de envolvimento público, Tactile Universe, no Reino Unido. Este projeto é voltado a inclusão de deficientes visuais no estudo de Astronomia. O projeto do Dr. Nicolas busca o engajamento de recursos multissensoriais como forma de inclusão aos tópicos do estudo de Astronomia. Essa técnica possibilita e estimula o cérebro a trabalhar funções essenciais ao ser humano para dele extrair, por meio dos cinco sentidos, uma combinação entre eles que possibilite um maior aprendizado.

Por sua vez, o Prof. Acácio Riberi (1924-1988), contador de formação, teve que interromper suas funções devido a uma doença denominada uveíte, que o levou à cegueira. O até então Acácio Riberi, acompanhou por diversas vezes seu filho às sessões do Planetário do Carmo, cuja ministrações sobre Astronomia estavam a cargo do prof. Aristóteles Orsini. Acácio

Riberi ficou encantado com as aulas do prof. Orsini e decidiu estudar Astronomia com a ajuda dele, e a barreira visual foi o "gatilho" para que o prof. Orsini desenvolvesse uma maneira que fosse mais representativa sobre os astros presentes no céu. Passou, então, a modelar em folhas de papel alguns astros. Criou assim, um modelo tátil para o ensino de Astronomia.

Após adquirir os conhecimentos em Astronomia, o sr. Acácio passa a ser reconhecido como prof. Acácio Riberi, tornando-se, assim, ao que consta, como o primeiro professor cego a ministrar aulas de Astronomia, cujo início dessa jornada docente ocorreu no próprio Planetário do Carmo, que hoje recebe seu nome.

Isso demonstra que não há barreiras para que uma pessoa deficiente visual não venha a aprender Astronomia, pois a falta de visão não se torna um impeditivo para a compreensão do universo, uma vez que o aspecto cognitivo não está vinculado ao aspecto visual, embora ainda possa parecer que a deficiência visual seja um obstáculo que define a capacidade ou não de uma pessoa poder atingir seus objetivos, tanto sociais quanto educacionais. Gradualmente essa concepção tem perdido espaço e cada vez mais a sociedade vem buscando alternativas positivas para que esse distanciamento entre o ideal e o real se torne cada vez mais curto e as pessoas deficientes ocupem cada vez mais seus espaços.

Éder Pires de Camargo, brasileiro, professor cego, é livre docente pela UNESP, Campus Ilha Solteira, possui graduação em Física e diversos trabalhos e pesquisas sobre inclusão de pessoas com deficiência visual. Possui experiência na docência com foco principal no ensino de física para alunos cegos.

Mundialmente podemos citar alguns cientistas e matemáticos de destaque:

Lev Pontryaguin (1908-1988), matemático russo, ficou cego aos 13 anos de idade. Sua mãe teve um papel fundamental em sua formação escolar, nunca usou a escrita braille. Formou-se em Física pela Universidade de Moscou e, aos 27 anos, terminou seu doutorado em Ciências Físicas e Matemática.

Leonhard Euler (1707-1783), matemático e físico suíço, ficou completamente cego quase ao final de sua vida, e foi justamente nesse período que escreveu mais de 400 artigos voltados para a Matemática.

Bernard Morin (1931-2018), matemático francês, ficou cego aos 6 anos de idade, obteve o título de doutor em 1972. A deficiência visual em nada impediu sua brilhante carreira na Matemática.

Lawrence W. Baggett, professor na Universidade do Colorado, sempre recebe questionamentos de como consegue trabalhar com a Matemática diante de sua dificuldade visual, e ele responde prontamente: "A Matemática é difícil para qualquer um."

3.1.1 Instrumentos auxiliares para pessoas cegas

Figura 2 – Sistema Braille



Fonte: Brasil Escola

O Braille é um sistema, conforme mostrado na figura 2, que foi oficializado em 1852 para possibilitar que pessoas com deficiência visual, parcial ou total, tivessem acesso à leitura. Todo o sistema é formado por caracteres em relevo que permitem o entendimento por meio do tato. O sistema recebeu essa nomenclatura em homenagem ao francês Louis Braille, responsável pela criação desse código para cegos.

Figura 3 – Reglete



Fonte: Civiam

Sempre acompanhada da punção, a reglete (figura 3) é um dos primeiros instrumentos criados para a escrita Braille. Ela foi adaptada pelo próprio criador deste alfabeto usado para que pessoas cegas possam ler e escrever, Louis Braille. Ele usava uma prancha com uma régua que continha as células do alfabeto para que qualquer letra pudesse ser escrita.

3.2 Ensino de Astronomia para alunos com baixa visão

A definição de baixa visão é altamente complexa a depender do grau de comprometimento, que está associada a acuidade do campo visual. Portanto, tem relação direta ao desempenho de funções e a execução de tarefas gerais.

A perda da visão pode ser congênita, que é adquirida ao nascer, quando a criança tem a opacidade do cristalino, que é a lente natural do olho, totalmente comprometida.

Quando a pessoa tem a perda de visão adquirida, ou seja, ocorreu por conta de um acidente, por exemplo, essa pessoa possui ao que os especialistas denominam de resíduo visual. Essencialmente dizemos que a capacidade de aprendizagem não está somente relacionada ao estímulo visual, mas sim à capacidade cognitiva associada às funções cerebrais. Assim, o resíduo visual de uma pessoa com baixa visão é em decorrência de processos de capturas de imagens sensoriais e que estão armazenadas na memória da pessoa.

Desse modo, o desenvolvimento da aprendizagem e a autonomia são processos importantes que estimulam e valorizam o potencial cognitivo das pessoas com baixa visão, que, dentro das suas particularidades visuais, denotam resultados altamente positivos, iguais ou até superiores às pessoas videntes, exigindo assim condições adequadas e materiais pedagógicos que integrem o processo de ensino e aprendizagem. Tais processos (condições adequadas e materiais) tornam-se significativos quando utilizado instrumentos que propiciem ao aluno sua verdadeira inclusão na sala de ensino regular. Hoje a tecnologia é uma forte aliada na educação escolar e está presente em todas as atividades do âmbito social, e na escola não é diferente.

Porém, ao se tratar de pessoas cegas e com baixa visão, o uso de tecnologias, quer seja no âmbito social ou educacional, caminha muito lentamente ou até mesmo inexiste.

As pessoas com baixa visão podem resgatar informações visuais registradas na memória e juntamente com instrumentos tecnológicos ópticos adequados, materiais táteis, textos ampliados, o uso de cores de contraste, formam um conjunto de caminhos que levam o aluno a ter acesso a uma educação de qualidade.

3.3 As cores e o uso de contraste para alunos com baixa visão

A comunicação entre as pessoas tem um forte apelo verbal e visual. No mundo atual, estamos a todo tempo cercados de sons e figuras, estas com uma infinidade de cores e que por diversas vezes podem ser gravadas e registradas em nossa memória. O simples fato de sermos muitas vezes reconhecidos pelo traje que vestimos, pelas cores de que mais gostamos, nos faz lembrar do simples fato de que algo bem peculiar traz à luz a presença da pessoa da qual estamos nos referindo.

O fato de as cores de um semáforo de trânsito serem vermelho, amarelo e verde, não é mero acaso. Na idade média o vermelho tinha o significado de interdição, sendo o verde o complementar do vermelho, era associado à permissão. Já a cor amarela está localizada no ponto médio do círculo cromático, nesse caso, representa a transição. Esse é só um exemplo de como as cores são importantes para o convívio social, e mais: normatizam até leis, neste caso referindo-se à lei de trânsito mundialmente estabelecida.

Quando se trata de pessoas com baixa visão, as cores são essenciais para sua integração e comunicação. As pessoas cegas congênitas, por não possuírem memória residual não possuem referência para cores, ao contrário das pessoas com baixa visão, que possuem memória residual, o que estabelece um grau de dificuldade menor frente às pessoas cegas. Isso, no entanto, não se torna um fator impeditivo para que se tenha autonomia e destreza, assim como os videntes e as pessoas com baixa visão.

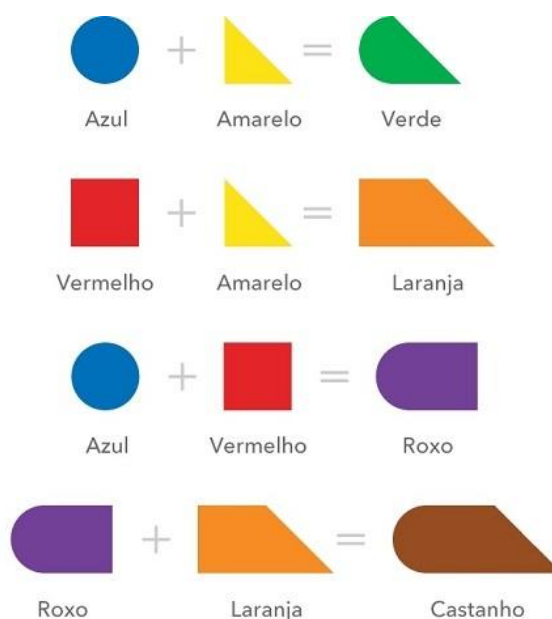
Então vejamos como os cegos e as pessoas com baixa visão interagem com as cores:

Baixa visão: Por possuírem resíduo visual, necessitam de estímulos. Assim, é fundamental que as pessoas com baixa visão sejam desafiadas a todo tempo para explorar essa memória visual a fim de que não se perca essa potencialidade. As pessoas com baixa visão não são iguais no sentido de estímulos visuais, pois cada caso é um caso. Portanto, é importante identificar o quanto de resíduo visual de cores o aluno possui. Não existe uma regra para todos, é um trabalho constante do professor para extrair ao máximo as potencialidades do aluno com baixa visão, encorajando-o e incentivando-o a utilizar seu resíduo visual.

No tocante às pessoas cegas, por se tratar de alguém que não possuiu memória residual, pois neste caso estamos nos referindo à pessoa cega desde o seu nascimento, ela necessita de descrições do ambiente onde se encontra. Na descrição de cores, por exemplo, elas podem ser associadas com algum fator, como odores. A pessoa cega não enxerga tudo escuro, ela não possui um referencial para isso. Ela não enxerga nada. A pessoa cega necessita de informações, quanto mais ela as tiver melhor sua relação com o ambiente, melhor a sua autoestima.

Em um ambiente escolar, isso faz toda a diferença. Se essa ação for constante (descrição de cores, ambiente, cor da roupa, cabelos, olhos...), ela poderá fazer suas próprias escolhas. Hoje já existe o Feelipa Color Code (figura 4), sistema que utiliza figuras geométricas para combinação de cores, e, para as pessoas de baixa visão, o uso do contraste de cores torna-se indispensável (figura 5).

Figura 4 – Feelipa Color Code



Fonte: Instituto Claro

Figura 5 – Exemplo de uso de contraste para baixa visão



Fonte: Material didático digital acessível a pessoas com deficiência visual

Exemplos de combinação de texto e fundo com contraste adequados para baixa visão, conforme figura 5: texto preto sobre fundo branco, fundo cinza claro e fundo cinza médio; texto branco

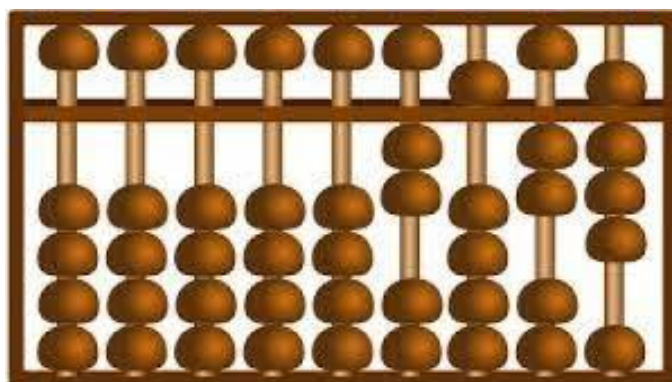
sobre fundo cinza escuro e preto; texto branco sobre fundo vermelho; texto preto sobre fundo laranja; texto preto sobre fundo verde claro; texto preto sobre fundo azul claro e texto branco sobre fundo roxo.

3.4 Alunos cegos e/ou com baixa visão e a matemática

O aluno com deficiência visual é perfeitamente capaz de realizar cálculos, ele aprende Matemática da mesma maneira que os alunos videntes aprendem. No entanto, a Matemática e outras ciências, como a Astronomia, por exemplo, requerem o uso da visão para o aprendizado. Portanto, para os alunos cegos se faz necessário o uso de material concreto para assimilação de conteúdos.

O sorobã (figura 6), ou ábaco, é um instrumento usado tradicionalmente no Japão para fazer cálculos matemáticos (muito antes das maquininhas eletrônicas). Ele torna possível realizar as operações matemáticas (adição, subtração, multiplicação, divisão, radiciação e potenciação) com rapidez e eficiência. Além de tudo, é um objeto de baixo custo e grande durabilidade. No Brasil, o sorobã foi adaptado para o uso de deficientes visuais em 1949, e é hoje adotado em todo o país.

Figura 6 – Sorobã



Fonte: CEJAM.

Estimular o aluno cego a fazer uso do cálculo mental é muito importante, pois, assim como os alunos videntes, ele tem a oportunidade de sair do material concreto e fazer uso da abstração. Portanto, a ideia de inclusão é oferecer ao aluno cego e/ou com baixa visão as

mesmas informações de conteúdo que são ensinadas aos estudantes videntes, respeitando-se o tempo dos educandos com deficiência visual em cumprir as tarefas disponibilizadas para a turma. Pesquisas apontam que o uso de jogos matemáticos estimula o raciocínio lógico dos alunos com deficiência visual

3.5 Modelos táteis para o ensino de Astronomia

Os modelos apresentados a seguir foram elaborados com o objetivo de proporcionar aos professores condições materiais para ensino/aprendizagem de tópicos de Astronomia. Os modelos concebidos foram confeccionados a partir de materiais de baixo custo, o que viabiliza suas construções. São apresentados os modelos que foram utilizados nas aulas de tópicos de Astronomia, as construções de cada modelo e materiais necessários e suas respectivas montagens.

Modelo 1: Unidades Astronômicas

Figura 7 – Sol/Terra



Fonte: Autor – Cores fantasia, medidas, tamanho e distância fora de escala.

Objetivo: Lidar com escala é uma tarefa difícil porque as dimensões do nosso cotidiano são pequenas ou desprezíveis quando comparadas a outras da natureza, nós não percebemos

que a Terra é (aproximadamente) esférica porque seu diâmetro (12.742 km) é muito grande. Por isso, vemos a sua superfície como plana. É fácil calcular a razão entre os diâmetros da Terra (12.742 km) e do Sol (1.392.700 km); basta dividir um pelo outro para encontrarmos aproximadamente 0,009, ou seja, o diâmetro da Terra é 0,9% do diâmetro do Sol (ou, o diâmetro do Sol é 109,3 vezes maior que o da Terra). Difícil é imaginar o que isso significa na realidade. Imaginar a distância que separa a Terra do Sol, conhecida como distância heliocêntrica e equivalente a 149,6 milhões de km, ou as distâncias que separam os planetas é algo ainda pior. Por isso, qualquer maquete representando o Sistema Solar só pode ser fora de escala, de tamanhos e de distâncias.

Na primeira versão desse modelo foi esticada uma linha de nylon da parte interna do Sol até a pequena haste vertical, e no meio dessa linha foi colocada uma bolinha de massa epóxi para representar o planeta Terra. A linha de nylon atrapalhava um pouco, no momento de trabalhar com o modelo, pois a mão “batia” frequentemente na linha.

Colaboração da professora cega: Tirar a linha e colocar a massinha (posteriormente substituída pela cabeça de alfinete de costura) na haste vertical.

Colaboração do aluno (baixa visão): Pintar com a cor amarela o planeta Terra, como a base é preta a visualização ficava melhor. Uso do contraste.

Material:

01 bola de isopor de 250 mm;

Um alfinete de costura com cabeça de aproximadamente 2 mm, ou uma esfera qualquer com aproximadamente 2 mm de diâmetro;

Madeira para base;

Linha de nylon;

Tinta preta;

Tinta Amarela;

Tinta Vermelha;

Cola branca.

Montagem: Para o Sol (bola de isopor) foi utilizado tinta tipo guache nas cores amarelo e vermelho. Para evitar degradação da pintura pelo toque, passar verniz de artesanato ou cola branca sobre a superfície pintada. Isso deixará a tinta mais firme, além de dar um aspecto muito bonito ao Sol. Use a linha de nylon (cerca de 40 cm) e um pedaço de madeira (10 cm) para servir de suporte para o alfinete de costura (2 mm). Proteger a ponta do alfinete para evitar acidente. O professor deverá orientar o aluno a tocar a bola A, de 250mm, que representa o Sol

e a “cabeça” do alfinete de costura B, que representa a Terra. Trata-se portando de um modelo comparativo para que o aluno cego/baixa visão tenha uma informação preliminar das dimensões da nossa estrela e do nosso planeta. O professor poderá explicar como foi encontrada a relação de diâmetros entre Sol (esfera A) e Terra (esfera B). Esse cálculo é uma regra de três, bem simples: (1) ache a razão entre os diâmetros da Terra e do Sol, ou seja, divida o diâmetro da Terra (12.742 km) pelo diâmetro do Sol (1.392.700 km); isso dá aproximadamente 0,009; (2) agora multiplique o diâmetro da bola de isopor A pela razão encontrada, ou seja, 250 mm x 0,009; isso dá 2,3 mm. Mesmo usando a visão, é quase impossível perceber a diferença entre uma esfera de 2mm e outra de 2,3 mm. Por isso é aceitável usar uma esfera de 2 mm, que é mais fácil de ser encontrada no mercado. O professor ainda pode tentar mostrar que admitindo essas dimensões para o Sol (250 mm) e Terra (2 mm), a separação em escala entre ambos seria 107,42 cm (107 cm e 42 mm), do centro do Sol (A) ao centro da Terra (B). Nessa mesma escala, as distâncias dos planetas ao Sol seriam estas:

Tabela 1 – Planetas e distâncias

Planeta	Distância em cm
Mercúrio	41,9
Vênus	77,3
Terra	107,4 (1,07m)
Marte	163,3 (1,63m)
Júpiter	558,6 (5,59m)
Saturno	1002,5 (10m)
Urano	2062,5 (20,6m)
Netuno	3233,3 (32,3m)

Modelo 2: Sistema Solar

Figura 8 – Sistema Solar



Fonte: Autor – Cores fantasia – medidas, tamanho e distância fora de escala.

Objetivo: Proporcionar ao aluno o conhecimento e a sequência dos planetas a partir do Sol, fornecendo informações sobre os planetas rochosos e gasosos.

Material: 01 bola de isopor 250 mm (diâmetro);

02 bolas de isopor de 40 mm (diâmetro);

01 bola de isopor de 35 mm (diâmetro);

01 bola de isopor de 70 mm (diâmetro);

01 bola de isopor de 60 mm (diâmetro);

02 bolas de isopor de 50 mm (diâmetro);

Massa epóxi e papelão;

Base de madeira;

Linha de nylon;

Tinta guache (azul claro, azul escuro, amarelo, vermelho);

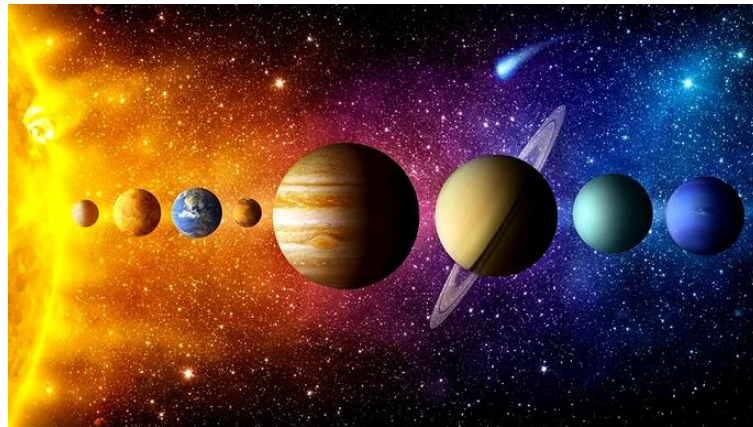
Cola branca.

Montagem: Pintar a bola maior de isopor, esta representará o Sol; modelar utilizando massa epóxi uma esfera com diâmetro aproximado de 10 mm este será o planeta Vênus; as duas bolas de isopor de 40 mm representarão os planetas Mercúrio e Terra; a bola de 35 mm representará Marte; a bola de 70 mm representará Júpiter; a de 60 mm representará Saturno e

as duas bolas de 50 mm representarão Urano e Netuno, respectivamente. O modelo está fora de escala em tamanho e distâncias em relação ao Sol e entre os planetas.

Recortar um disco de papelão com diâmetro de 60 mm para representar os anéis de Saturno. Passar cola branca em todos os astros, esse procedimento além de proteger a pintura feita nas bolas de isopor, proporciona um embelezamento ao modelo.

Figura 9 – Sol e os planetas do Sistema Solar

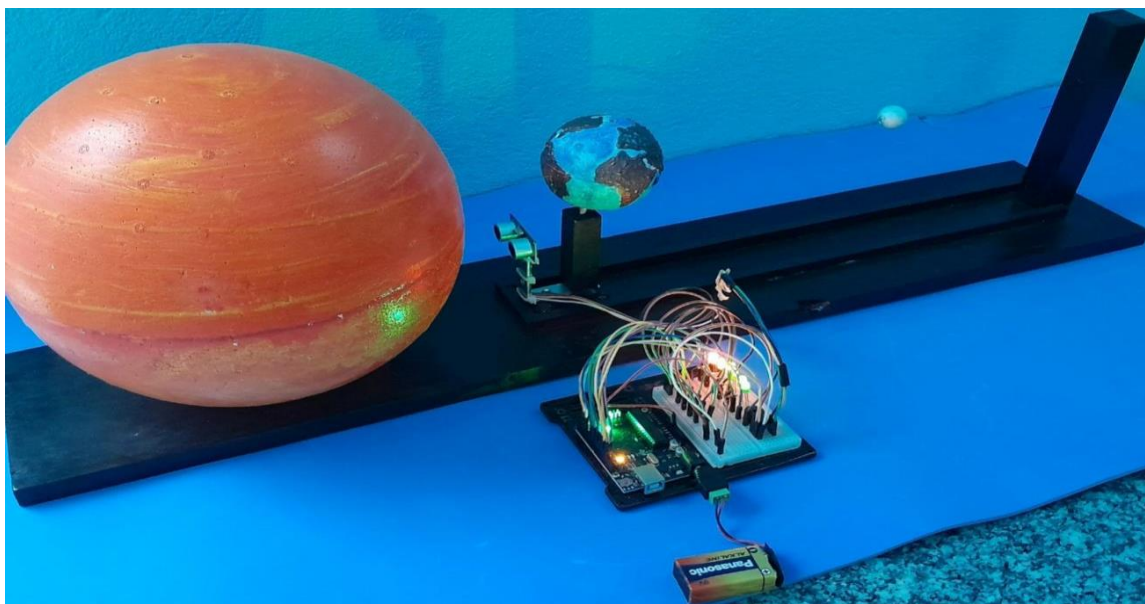


Ordem dos planetas (do mais próximo ao mais distante do Sol): Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

Fonte: Mundo Educação

Modelo 3: Atração Gravitacional

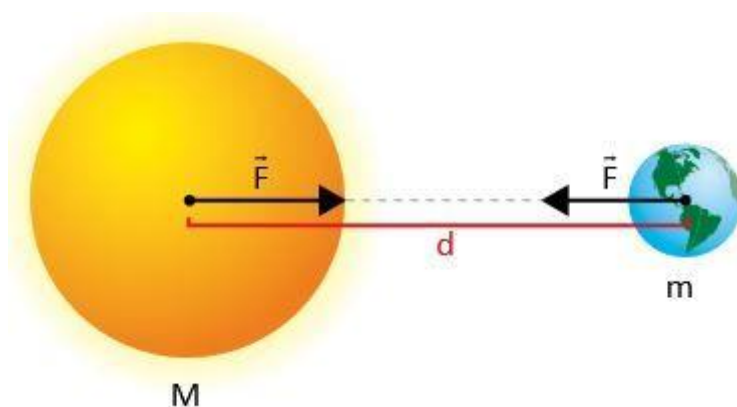
Figura 10 – Atração Gravitacional



Fonte: Autor – Cores fantasia, medidas, tamanho e distância fora de escala.

Objetivo: Explicar a órbita circular dos planetas e a atração gravitacional exercida entre eles. Isaac Newton elaborou a lei: “Dois corpos sofrerão mutuamente a ação de uma força atrativa proporcional às suas massas e proporcional ao inverso do quadrado da distância entre eles”.

Figura 11 – Atração Gravitacional



Fonte: Cola da Web

Material:

- 1 Base de madeira: 800 mm x 15 mm;
- 2 Haste de madeira: 200 mm comprimento;
- 03 Bolas de isopor: 250 mm (Sol), 70 mm (Terra) e (Lua) 20 mm;
- 03 pequenos ímãs de neodímio¹;
- Tinta relevo marrom;
- Tinta guache;
- Cola branca;
- Linha de nylon;
- Arduino.

Montagem: A esfera de isopor (250 mm) representa o Sol. Sua construção deve ser feita da mesma maneira do modelo 1. A esfera de isopor de 70 mm irá representar a Terra e a esfera de isopor de 20 mm representará a Lua. Este modelo encontra-se fora de escala, distâncias exageradas e cores fantasia. Um dos propósitos é o entendimento do conceito. Na parte interna

¹ É importante ter cuidado ao manipular esse tipo de ímã, pois são extremamente fortes e podem causar ferimentos.

de cada esfera de isopor (Sol, Terra e Lua) foi colocado os ímãs de neodímio, cuja função é de promover a atração entre: Sol/Terra e Lua. Ainda na parte interna da esfera maior (Sol) fixar no centro dela uma das hastes de madeira (200 mm), fixar uma ponta da linha de nylon nesta haste. Fixar a outra haste de madeira na ponta da madeira que serve como base. A linha de nylon que sai do Sol deve ser esticada e fixada na parte de cima desta haste de madeira, isso vai permitir que tanto a Terra e a Lua deslizem livremente pela linha de nylon em direção ao Sol. Quanto maior a aproximação da Terra ao Sol maior será a força de atração, o mesmo acontecendo com a Lua em relação à Terra. A placa de Arduino (15a), está codificada para emitir sons (uma série de “beeps”). Estes aumentam sua intensidade sonora à medida que a distância da Terra em relação ao Sol vai diminuindo, demonstrando a força de atração. O efeito contrário também é percebido. Quanto ao afastamento dos astros, as intensidades sonoras dos “beeps” vão diminuindo à medida que a distância vai aumentando. O modelo ainda conta com a presença de “leds”, nas cores amarelo, verde e vermelho, estes acendem sequencialmente à medida que a Terra se aproxima do Sol e diminuem também à medida em que se afasta do Sol.

Figura 11a – Placa Arduino

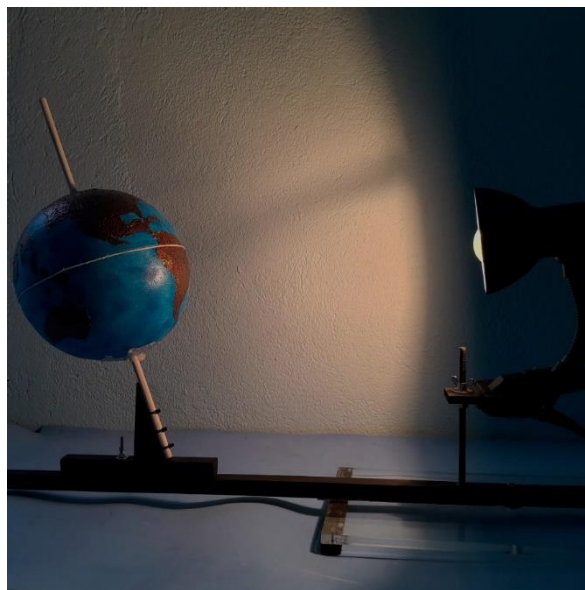


O Arduino (figura 11a) é uma placa de prototipagem eletrônica de código aberto. O projeto, surgido na cidade de Ivrea, na Itália, em 2005, inclui hardware e software livre e visa oferecer ferramentas adaptáveis e de baixo custo para a criação de projetos interativos de diversas ordens.

Fonte: Canaltech

Modelo 4: Principais Movimentos da Terra: Rotação e Translação

Figura 12 – Movimentos da Terra — Rotação e Translação



Fonte: Autor – Cores fantasia/medidas, tamanho e distância fora de escala.

Objetivo: Demonstrar ao aluno os dois principais movimentos da Terra, ou seja, o movimento de Rotação (este ocorrendo quando a Terra gira sobre seu próprio eixo, cuja inclinação é de 23,5 graus. Este movimento resulta o dia e a noite) cuja duração é de 23 horas, 56 minutos e 4,1 segundos; e o movimento de translação que ocorre quando a Terra completa um ciclo ao redor do Sol. Este ciclo tem a duração de 365 dias (mais 5 horas, 45 minutos e 46 segundos) para ser completo.

Material:

- 1 esfera de isopor de 200 mm de diâmetro;
- 1 luminária;
- 1 base de madeira 400 mm x 200 mm;
- 1 haste redonda de madeira ou vareta para pipas de 500 mm comprimento;
- 02 pedaços de madeira medindo 700 mm e 190 mm, respectivamente;
- Tinta relevo marrom;
- Tinta guache azul;
- Cola branca;
- Barbante;
- Pedaco de tubo de PVC pequeno;
- Arruelas e porcas.

Montagem: Com a esfera de isopor, confeccionar o planeta Terra e os continentes com tinta relevo marrom. A haste maior de madeira deverá ficar girando livre sobre a base, isso possibilitará o completo giro do sistema, promovendo o movimento de translação. A esfera maior (Terra) deverá girar livre sobre a haste redonda. Esse giro é de rotação da Terra. A luminária (Sol), iluminará a face da Terra voltada para o Sol.

Colaboração da professora cega: deixar em relevo a superfície da Terra, ela sugeriu massa de modelar. Usando materiais alternativos o que mais se adequou foi usar uma tinta relevo.

Colaboração do aluno (baixa visão): antes a linha do equador era verde, foi colocada então uma linha branca.

Figura 13 – Modelo Componentes dos Movimentos da Terra



Fonte: Autor – Cores fantasia/medidas, tamanho e distância fora de escala.

Modelo 5: Precessão dos Equinócios

Figura 14 – Modelo Precessão dos Equinócios



Fonte: Autor – Cores fantasia - medidas, tamanho e distância fora de escala.

Objetivo: Proporcionar ao aluno o conhecimento de que a Terra executa um outro tipo de movimento, além da rotação e translação. A precessão dos equinócios corresponde ao deslocamento circular efetuado pelo planeta em torno do eixo de sua eclíptica.

Material:

Esfera de isopor 250 mm de diâmetro;

Vareta para pipas;

Tinta guache azul;

Tinta guache marrom alto relevo;

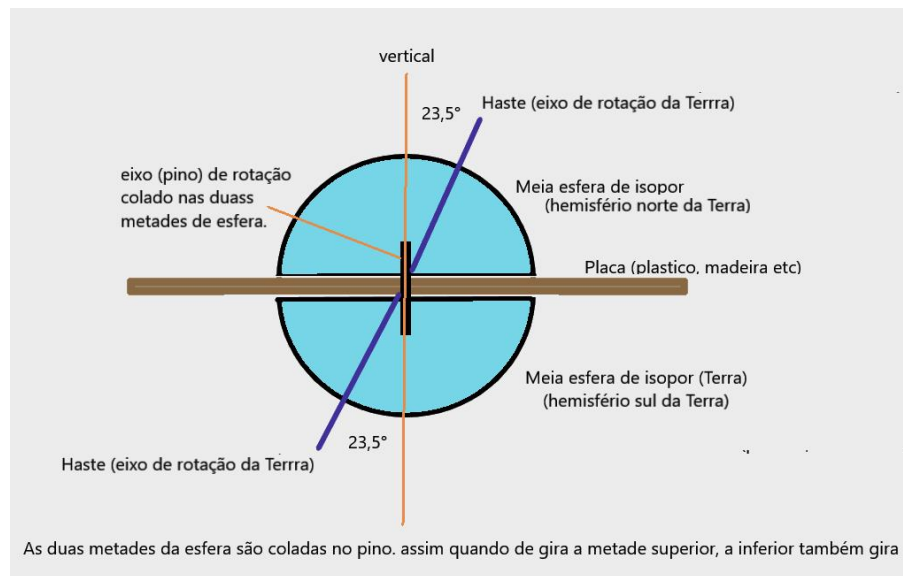
Base retangular (madeira/papelão/plástico rígido);

Base retangular de madeira;

04 hastes de madeira;

Cola branca.

Figura 15 – Esquema de Montagem



Fonte: Autor

Montagem: Proceder a montagem conforme esquema da fig. 1. Atenção: as duas meias esferas da bola de isopor (inferior e superior) não devem ficar alinhadas com corte “original” das esferas, quando formarem um “sanduíche” com a placa de plástico rígido, madeira, papelão ou acrílico. Perceba a inclinação do eixo de rotação da Terra e a linha do equador terrestre.

Modelo 6: Transmissão de Calor-Irradiação

Figura 16 – Modelo Transmissão de Calor



Fonte: Autor – Cores fantasia/medidas, tamanho e distância fora de escala.

Objetivo: Demonstrar uma das formas de propagação de calor: Radiação térmica, e fatores como: a cor desses corpos e a facilidade de absorção, resultando em aquecimento.

Material:

01 bola de isopor de 150 mm (diâmetro);

Haste de madeira;

Luminária;

Tinta guache (preta);

Base de madeira.

Montagem: Pintar da cor preta a bola de isopor conforme modelo 6. Com a haste de madeira, atravessar a esfera de isopor, inclinar essa haste + bola de isopor de maneira a obter uma inclinação da ordem de 23,5 graus.

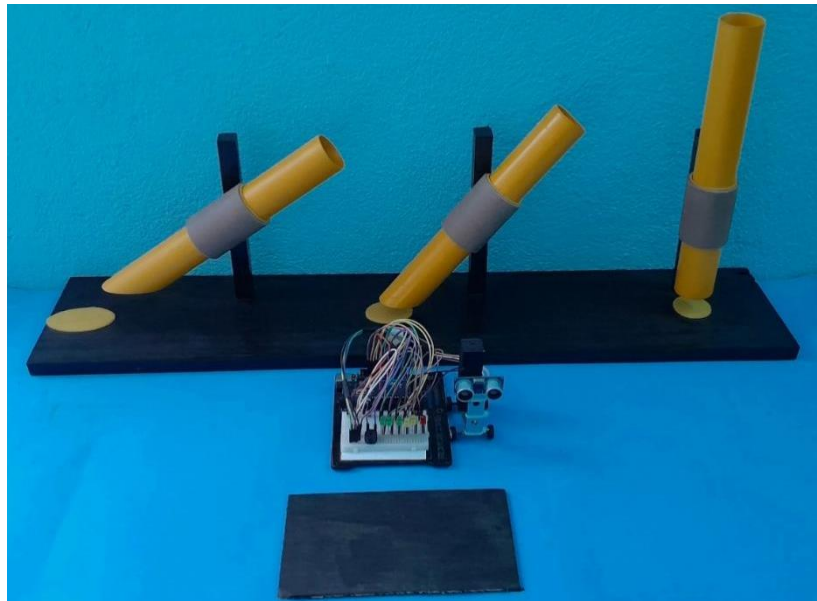
Figura 17 – Transmissão de Calor



Fonte: Autor – Cores fantasia/medidas, tamanho e distância fora de escala.

Modelo 7: Insolação solar-quantidade de energia

Figura 18 – Modelo Insolação: Variação de energia solar sobre uma superfície



Fonte: Autor – Cores fantasia/medidas, tamanho e distância fora de escala.

Objetivo: Demonstrar a variação da quantidade de energia solar com a área da superfície iluminada

Material:

Tubo de PVC marrom 40 mm (diâmetro);

Tubo de PVC marrom 50 mm (diâmetro);

Base de madeira;

Feltro amarelo;

Tinta amarela;

Tinta preta;

Cola;

Hastes de madeira;

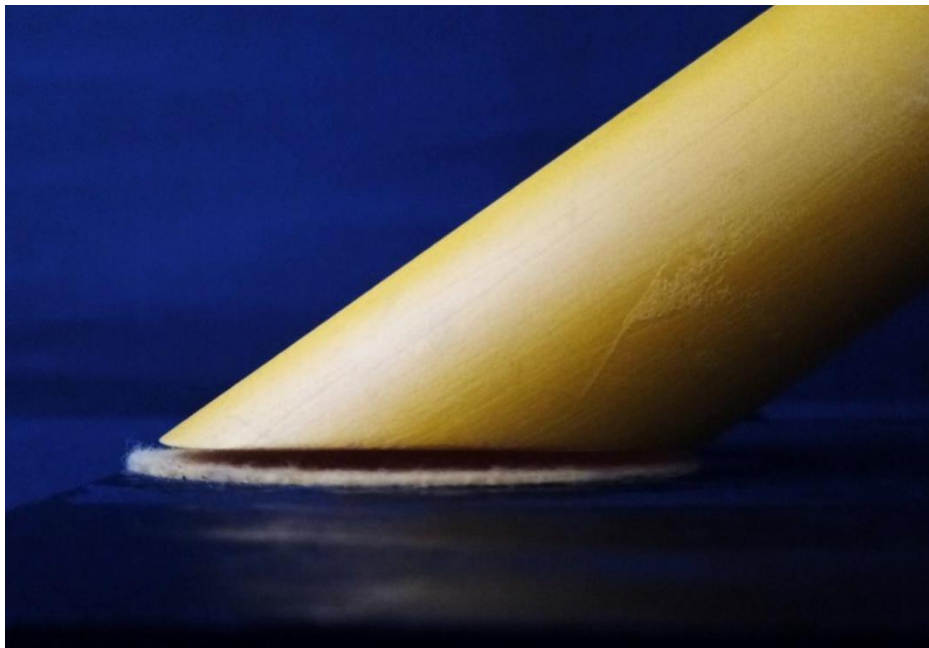
Papelão;

Arduino.

Montagem: Fazer o corte em dois tubos de PVC 40 mm para formar com a base de madeira inclinações de 30° e 45°; respectivamente, o outro tubo, também de 40 mm deverá formar um ângulo reto, ou seja 90° também com a base de madeira. Pintar os tubos na cor amarela, cortar três tubos de PVC de 50 mm. Estes servirão como suporte para os três tubos cortados anteriormente. Colar pedaços de feltro na parte interna de cada tubo de 50 mm. Isso

evitará o atrito entre os tubos de 40 mm, uma vez que eles vão deslizar internamente. Fazer 03 moldes com o feltro. Estes deverão ter o formato do corte dos tubos, usar para isso a ponta de cada tubo para obter cada molde, conforme exemplo abaixo e colar os 03 moldes na base da madeira.

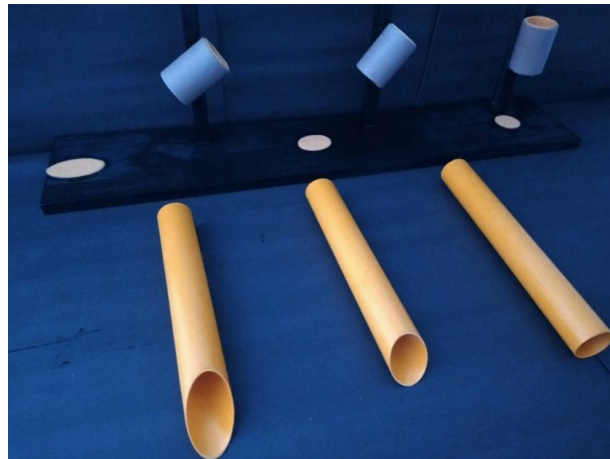
Figura 19 – Corte e molde do feltro



Fonte: Autor – Cores fantasia

Na placa do Arduino está codificado sons, em forma de “beeps”, quando do deslizamento de cada tubo de PVC, o Arduino emitirá sons com intensidades proporcionais à queda da iluminação por unidade de área espalhada. A cada unidade de área atingida pelos raios solares, os leds acenderão também acompanhando essa proporção.

Figura 20 – Moldes recortados e colados na base de madeira



Fonte: Autor – Cores fantasia

Colaboração de aluno (vidente): colocar uma lanterna nos tubos de PVC para projetar a luz na base.

Modelo 8: Insolação Solar-diferentes latitudes

Figura 21 – Modelo Insolação



Fonte: Autor – Cores fantasia – medidas, tamanho e distância fora de escala.

Objetivo: Demonstrar ao aluno a insolação solar em diferentes latitudes, à medida que a Terra realiza sua órbita em torno do Sol, um hemisfério recebe mais a incidência de luz do que outro.

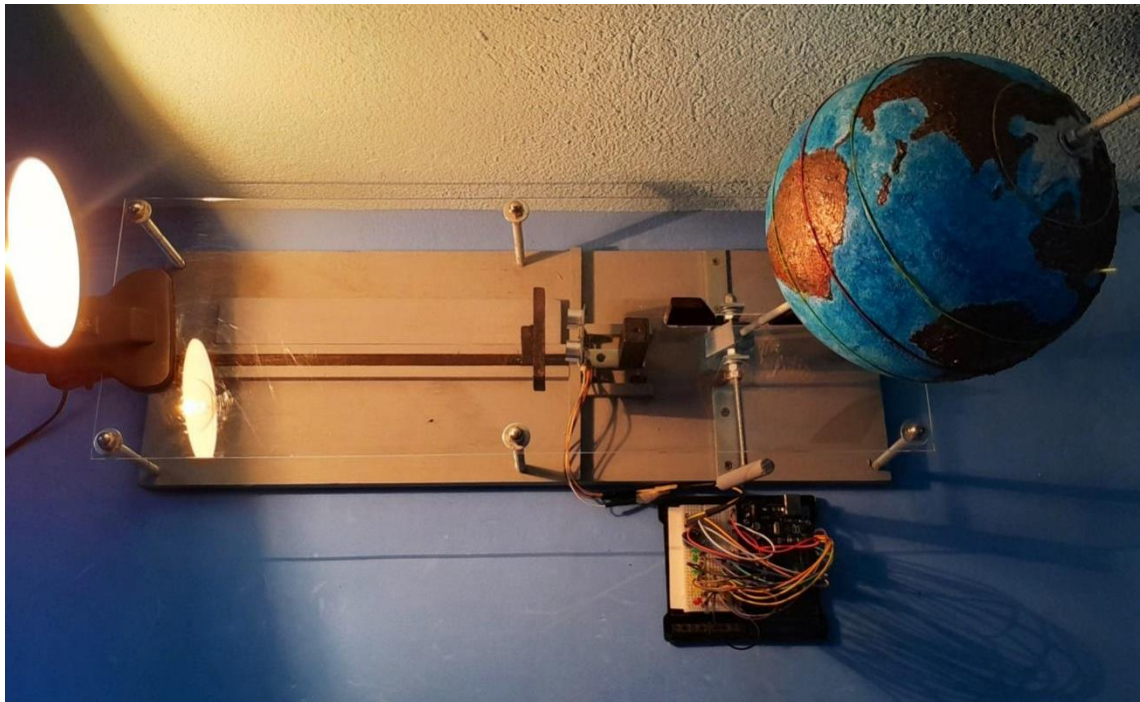
Material:

01 bola de isopor de 250 mm (diâmetro);
02 bases retangular de madeira;
Barras roscadas de 5 mm e 10 mm (diâmetro);
Arruelas e porcas ou hastes de madeira;
Tinta guache azul e branca;
Tinta alto relevo marrom;
Tinta relevo branca;
Tinta preta;
Linhas de crochê;
Cola branca;
Luminária;
Arduino.

Montagem: Pintar com guache a bola de isopor na cor azul profundo e azul claro e representar os continentes com a tinta de alto relevo marrom. A tinta relevo branca servirá para representar os polos (norte e sul). Revestir o planeta Terra com cola branca. Isso dará maior durabilidade a tinta aplicada além de proporcionar um acabamento muito bonito. O eixo de inclinação e de rotação da Terra deve ser de $23,5^\circ$ em relação ao plano de órbita da Terra em torno do Sol (plano da eclíptica). A placa do Arduino está codificada para emissão de uma série de “beeps” e emitirão sons de intensidades diferentes à medida que um hemisfério receba mais ou menos luz.

Colaboração do aluno vidente: Movimentação do eixo que sustenta o eixo de rotação do planeta Terra para demonstrar a iluminação nos dois hemisférios.

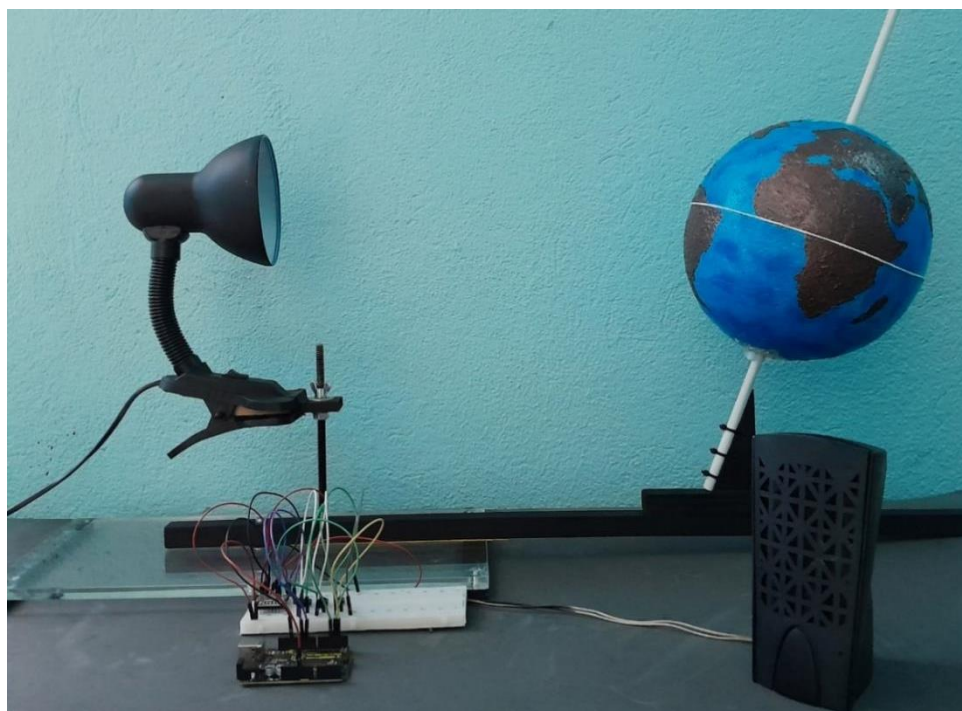
Figura 22 – Insolação



Fonte: Autor – Cores fantasia – medidas, tamanho e distância fora de escala.

Modelo 9: Equinócios e Solstícios

Figura 23 – Modelo Equinócios e Solstícios



Fonte: Autor – Cores fantasia – medidas, tamanho e distância fora de escala.

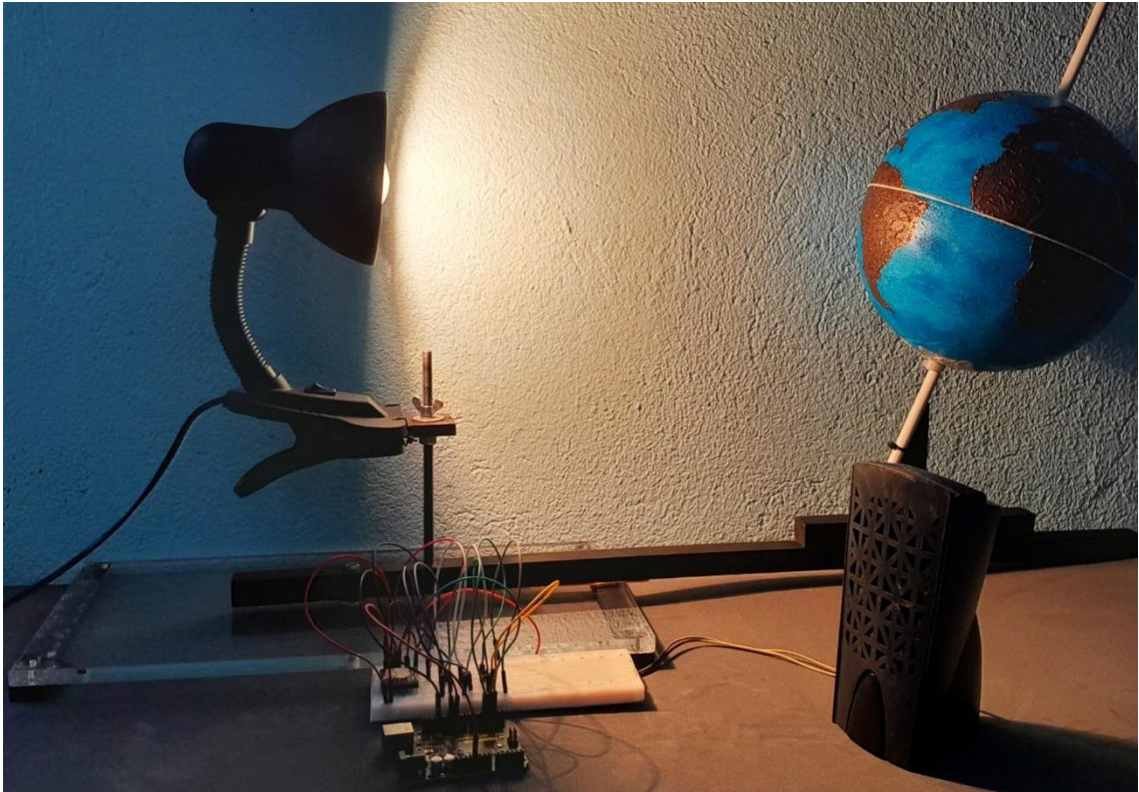
Objetivo: Demonstrar ao aluno a importância dos solstícios e equinócios e suas relações com as estações do ano.

Material:

1 esfera de isopor de 200 mm de diâmetro;
1 luminária;
1 base de madeira 400 mm x 200 mm;
1 haste redonda de madeira ou vareta para pipas 500 mm comprimento;
02 pedaços de madeira medindo 700 mm e 190 mm, respectivamente;
Tinta relevo marrom;
Tinta guache azul;
Cola branca;
Barbante;
Pedaço de tubo de PVC pequeno;
Arruelas e porcas.
Arduino;
Pequeno alto-falante.

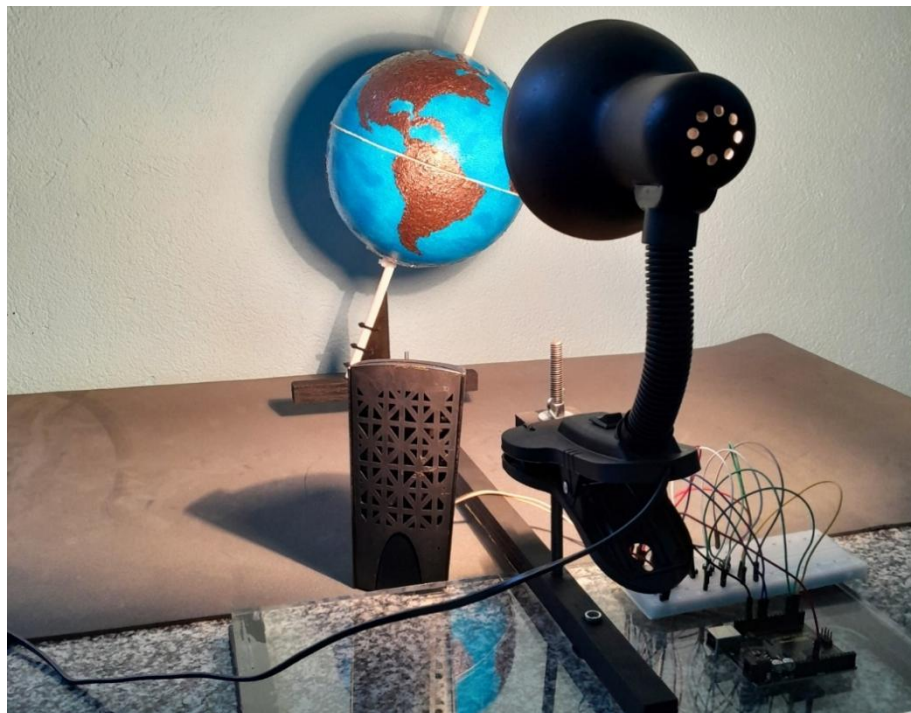
Montagem: O processo de montagem segue o mesmo do modelo 4 que consta o presente material, com a inclusão da placa Arduino e de um pequeno alto falante. A placa do Arduino foi codificada para reproduzir melodias gravadas em mp3. Quando da ocorrência do solstício de verão, uma melodia será reproduzida de acordo com a incidência de luz sobre o respectivo hemisfério, ou seja, quanto mais luz, maior será a intensidade da melodia; quanto menos luz, menor a intensidade da melodia. Já nos equinócios, a melodia reproduzida é de equilíbrio, já que nesse fenômeno a quantidade de luz incidente é igual nos dois hemisférios.

Figura 24 – Equinócios e Solstícios



Fonte: Autor – Cores fantasia – medidas, tamanho e distância fora de escala

Figura 25 – Equinócio



Fonte: Autor – Cores fantasia – medidas, tamanho e distância fora de escala

Modelo 10: Estações do Ano

Figura 26 – Modelo Estações do Ano



Fonte: Autor – Cores fantasia – medidas, tamanho e distância fora de escala.

Objetivo: Demonstrar ao aluno, relacionando a incidência de raios solares, os movimentos de translação/rotação e a inclinação do eixo de rotação da Terra.

Material:

- 01 esfera de isopor de 150 mm (diâmetro);
- Rolamento de aço 70 mm (diâmetro);
- Tubos de PVC de 20 mm e 30 mm (diâmetro);
- Conexão de PVC tipo “T”;
- Barra roscada 5 mm;
- Arruelas e porcas;
- Luminária;
- Cola epóxi (Araldite);
- Papelão;
- Tinta guache azul e branca;
- Tinta tipo relevo marrom;
- Cola branca;

Tinta cor preto fosco;

Arduino;

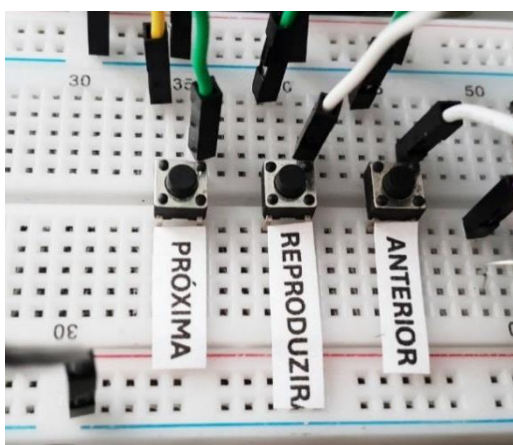
Pequeno alto falante;

Materiais/figuras para confeccionar 04 placas de papelão e que deverão ser coladas de maneira a caracterizar as estações do ano.

Montagem: Com a bola de isopor, confeccionar a Terra, pintando-a de azul e usando a tinta em relevo marrom para desenhar os continentes. Usar duas barras de tubo de PVC e uni-las em forma de “L”, estas darão suporte à luminária. Após construir essa estrutura, encaixá-la no rolamento de aço. Isso servirá para dar mobilidade de giro ao modelo, tendo em uma das pontas do tubo de PVC a Terra com seu eixo de rotação inclinado em $23,5^\circ$. O movimento de rotação e translação é facilitado, pois um pequeno pedaço de tubo de PVC, instalado na ponta do tubo que dá suporte à Terra, possibilitará a movimentação e a demonstração da incidência de luz solar em cada hemisfério e a ocorrência das estações do ano, além da demonstração de que a inclinação do eixo de rotação da Terra não muda.

Na placa de Arduino foi codificada para reproduzir músicas gravadas em mp3 (YouTube) e gravadas em um cartão de memória micro SD para cada estação do ano. As músicas gravadas no cartão micro SD e que são reproduzidas foram: Palavra Cantada - Vai e Vem das Estações (De Paulo Tatit, com as vozes de Sandra Peres, Paulo Tatit, Mônica Salmaso e Arnaldo Antunes), para o Ensino Fundamental; para o Ensino Médio, As Quatro Estações, de Vivaldi. A execução das músicas é controlada através de botões na placa slot em comunicação com o Arduino (Figura 32).

Figura 27 – Botões de Controle



Fonte: Autor

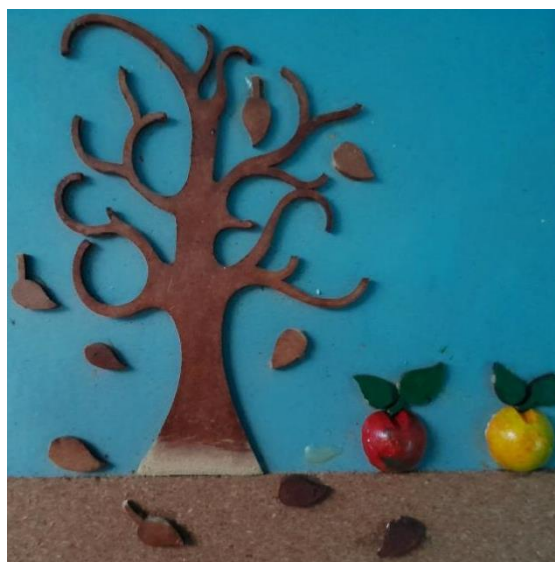
São apresentadas a seguir as placas táteis para o modelo 10

Figura 28 – Placa Verão



Fonte: Autor

Figura 29 – Placa Outono



Fonte: Autor

Figura 30 – Placa Inverno



Fonte: Autor

Figura 31 – Placa Primavera



Fonte: Autor

4 Resultados

O presente projeto trata-se de proporcionar uma evolução substancial no aspecto da abordagem do ensino/aprendizagem de tópicos de Astronomia para alunos cegos, com baixa visão e videntes, integrando instrumentação que possibilite a produção de conhecimento. Portanto, compreender a natureza do problema, e as dificuldades do ensino/aprendizagem para deficientes visuais torna-se importante, o que justifica o uso de modelos que traduzem em linguagem tátil/sonora conceitos fundamentais para adquirir conhecimento e caminhos que otimizem o aprendizado. Os passos para finalização dessa proposta de materiais solução desse projeto não se encerram aqui, pelo contrário: a busca por inovações e criatividade deverá ser incessante, o caminho é longo, mas perfeitamente alcançável ampliando novas propostas para o futuro direção. Usaremos o método qualitativo para a nossa proposta de ensino/aprendizagem ao submeter os materiais produzidos por meio da interação professor/aluno. Por meio desse método, procura-se entender a natureza do problema, ensino de tópicos de Astronomia para pessoas cegas e com baixa visão na sua especificidade, por ser esse tipo de abordagem considerada mais naturalista.

Segundo Marli André:

A pesquisa qualitativa é chamada também naturalista porque não envolve manipulação de variáveis, nem tratamento experimental (é o estudo do fenômeno em seu acontecer natural); fenomenológica porque enfatiza os aspectos subjetivos do comportamento humano, o mundo do sujeito, suas experiências cotidianas, suas interações sociais e os significados que dá a essas experiências e interações; interacionista simbólica porque toma como pressuposto que a experiência humana é mediada pela interpretação, a qual não se dá de forma autônoma, mas na medida em que o indivíduo interage com outro, é por meio de interações sociais como vão sendo construídas as interpretações, os significados, a visão de realidade do sujeito (ANDRÉ, 1998, pp. 17-18).

A tratativa dos dados e sua análise no método qualitativo não estabelece parâmetros numéricos, pois trata-se de dados que tem um caráter observacional e interpretativo. Para tanto, os instrumentos para coleta de informações podem ser realizados por meio de fotos, questionários, entrevistas, dando um perfil o mais natural possível ao fenômeno a ser pesquisado, proporcionando, assim, respostas aos mais variados questionamentos e perguntas dentro de um contexto social e educacional mais amplo, partindo de uma situação problema ou estudo de caso.

Segundo André (1998, p. 58), a generalização no sentido de leis que se aplicam universalmente não é um objetivo da pesquisa qualitativa. Porém, a ideia de generalização é bastante aceita nessa abordagem, no sentido de que os dados de um estudo podem ser úteis para compreender dados de outros estudos. Por isso, a descrição densa é considerada vital quando se pretende fazer comparações ou transferências de uma situação a outra; a análise de similitudes e diferenças torna possível julgar em que medida as compreensões construídas em um estudo podem ser consideradas hipóteses sobre o que pode ou não ocorrer em outras situações. Esta posição é compartilhada por Ogbu et al. (1988, p. 53), que diz que a generalização se torna possível porque o conhecimento construído através da abordagem qualitativa é profundo e contextualizado; as descrições detalhadas compreensivas permitem aos leitores fazer comparações e tomar decisões bem fundamentadas a respeito da generalização.

Posição semelhante é tomada por Taft (1988, p. 74), que argumenta que para generalizar de um caso individual a outros é necessário alcançar uma compreensão suficientemente detalhada sobre a significatividade dos eventos a respeito do contexto em que ocorrem para poder estender interpretações a outros contextos e grupos. Quando um pesquisador tenta compreender um grupo, ele ou ela é ajudado por conhecer outros grupos; as considerações são feitas através da capacidade que tenha o pesquisador de mediar entre um grupo e outros. Portanto, a descrição etnográfica de uma escola, por exemplo, deriva seu valor em grande parte do fato de que o pesquisador – assim como os leitores – tem familiaridade com outras escolas, e com escolas em geral.

De uma maneira geral, a natureza da generalização não deve ser considerada como capítulo final do estudo de caso ou fenômeno, pelo contrário: trata-se de um início de trabalho para estudos de casos futuros. Para tanto, é fundamental considerar o aspecto da validade do método qualitativo, e entende-se por validade do método adotado (qualitativo) os meios pelos quais as ações foram alcançadas: por meio dos processos desenvolvidos chegando às conclusões, sempre amparada pela verdade na abordagem realizada e sua narrativa mais fiel possível. Taft dá um significado para validade correlacionando com a palavra credibilidade: a credibilidade depende do convencimento da comunidade de pesquisadores e leitores com relação às evidências apresentadas e aos processos utilizados.

Portanto é fundamental que o pesquisador/observador construa uma narrativa rica em detalhes de maneira a fundamentar e ser fidedigna, resultando em credibilidade sobre a pesquisa realizada.

A presente proposta de trabalho foi apresentada à Secretaria de Educação do Município de Osasco - SP, junto a Assessoria de Inclusão com a participação efetiva das Profas. Cristiana Mello Cerchiari, professora com deficiência visual e mestra em Educação, Sylvia Valentina Schutz Camillo, pedagoga especializada em deficiência visual, e Erica Ursulino Lemos, Gerente de Atendimento Educacional Especializado. A proposta também foi apresentada à Diretoria de Ensino de Osasco - SP, e aplicada na EE Irmã Gabriela, escola situada no mesmo município e que possui um aluno cego, outro cego de um olho e outro de baixa visão, todos regularmente matriculados no Ensino Fundamental II. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi entregue aos participantes e devolvidos devidamente preenchidos e assinados pelos responsáveis ao pesquisador. O aluno cego recusou-se a participar da pesquisa. Na escola EE Newton Espírito Santo Ayres, localizada no mesmo município e diretoria, foi apresentado o projeto. A escola atende os ensinos Fundamental e Médio. No entanto, o aluno cego do Ensino Fundamental II deixou de frequentar as aulas. Antes do início dos trabalhos, foram realizadas reuniões com a equipe gestora da unidade escolar, com a participação dos professores e coordenadores pedagógicos da escola. O trabalho foi realizado e os dados foram coletados mediante as observações de forma direta dos participantes, tanto dos alunos envolvidos como também da professora cega durante a aplicação dos materiais táteis para o ensino de tópicos de Astronomia. No produto educacional foram abordados os seguintes temas: formação do Sistema Solar, composição do Sistema Solar, sistema de medidas, unidades astronômicas, gravitação universal, movimentos do planeta Terra, insolação e estações do ano. Essas sequências se justificam, pois foram os temas que mais causaram dúvidas nos aspectos básicos do ensino de Astronomia, principalmente dos alunos do Ensino Fundamental II. Nessa perspectiva, o sentido em estudar, conhecer e desenvolver um trabalho voltado para o nosso planeta (Terra), do qual eles fazem parte, leva-os a uma melhor compreensão do processo de transformações pelo qual todo o sistema solar foi submetido, e sua origem a partir de uma nuvem formada por poeira e gás. Após o conhecimento da formação do Sistema Solar e sua composição, o planeta Terra foi nosso alvo de estudo. Assim, entendemos que é fundamental conhecer a “casa” onde vivemos. Os demais planetas e astros celestes que formam o sistema solar foram abordados de maneira progressiva à medida em que os alunos cegos, com deficiência visual e videntes evoluíssem acerca dos temas aqui propostos, que nortearam a metodologia a ser desenvolvida, planejamento e a busca de uma proposição que seja adequada aos alunos e ao trabalho desenvolvido pelo docente. Antecedendo a aplicação do produto educacional, constatou-se a necessidade de se estabelecer um vínculo de confiança entre os

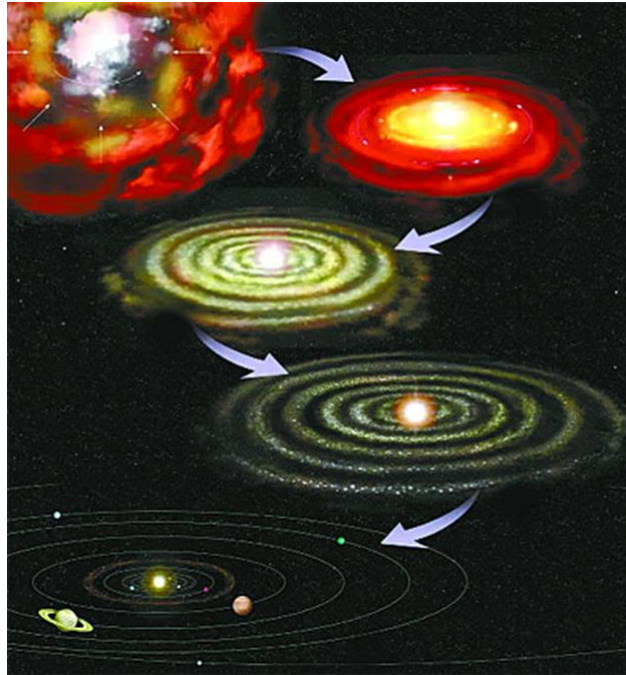
alunos e o docente, e que por se tratar de um trabalho cuja relação direta cria muita ansiedade e expectativa, tanto para os alunos cegos quanto para o docente, a criação de um ambiente favorável e totalmente desvinculado da patologia a que se encontra o aluno é muito importante para ele, pois é nesse momento que barreiras ligadas a exclusão são socialmente dizimadas, rompendo com desconfiças e inserindo os alunos cegos de maneira efetiva no processo de ensino/aprendizagem dentro de um contexto sociocultural. Preliminarmente foram realizadas as seguintes ações que, aplicadas, tornaram o processo de ensino/aprendizagem com significado científico para os alunos cegos e baixa visão:

- a) Estabelecimento de um vínculo de confiança;
- b) Esclarecimento da proposta pedagógica;
- c) Exploração do material tátil e esclarecimento de que a análise não os exporia a risco físico algum;
- d) Esclarecimento dos materiais utilizados na confecção dos projetos;
- e) Investigação de conhecimentos prévios do aluno acerca de cada tema proposto.

Caso ocorra a presença de alunos cegos cuja origem seja de forma adquirida, ou seja, em algum momento da vida ele possuía plena visão e a cegueira foi em decorrência devido a alguma doença, ou acidente, este aluno possui ao que se chama de memória visual. As etapas acima descritas devem ser desenvolvidas, o que possibilitará ao aluno cego o resgate de sua memória visual.

Após a realização das ações preliminares descritas, os temas propostos no produto educacional foram aplicados e desenvolvidos, tanto com os alunos da EE Irmã Gabriela, sendo um aluno do 9º ano, que estuda no turno da manhã, cego de um dos olhos, e 01 aluno do 8º ano, turno da tarde e com baixa visão. Os mesmos temas e materiais táteis aplicados para os alunos também foram aplicados com a profa. Cristiana Mello Cerchiari, da Secretaria Municipal de Educação de Osasco – SP. Nas figuras 33 a 53 temos os assuntos/imagens das aulas desenvolvidas com os alunos.

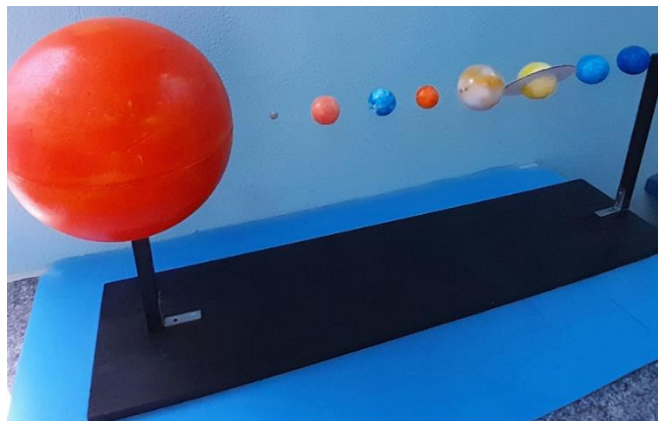
Figura 32 – Aula Formação Sistema Solar



Os cientistas acreditam que o Sistema Solar tenha surgido a partir de uma nebulosa.

Fonte: *Ciencias del mundo contemporáneo*

Figura 33 – Aula sobre Composição dos Planetas do Sistema Solar



Fonte: Autor – Composição do Sistema Solar. Tamanhos e distâncias fora de escala.

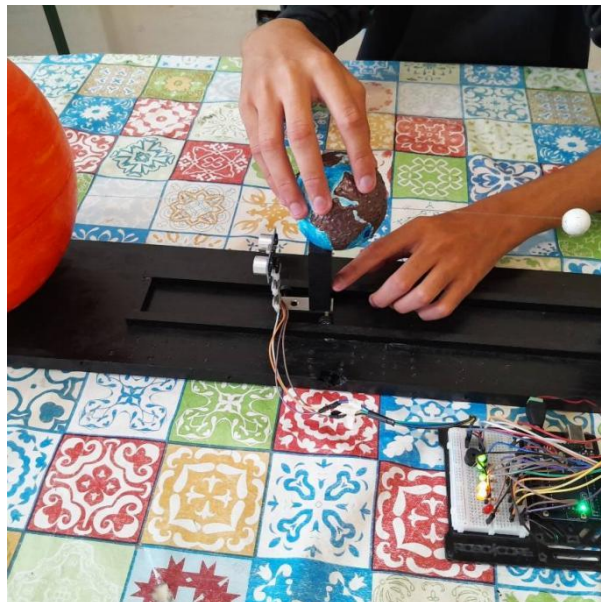
Figura 34 – Aula sobre Composição do Sistema Solar.



Comparação do tamanho do Sol em relação a Terra. Tamanho da bola de isopor maior (Sol), de 250 mm diâmetro, comparado com o tamanho da Terra, aqui representada pela cabeça de um alfinete de costura cujo diâmetro é de 2 mm.

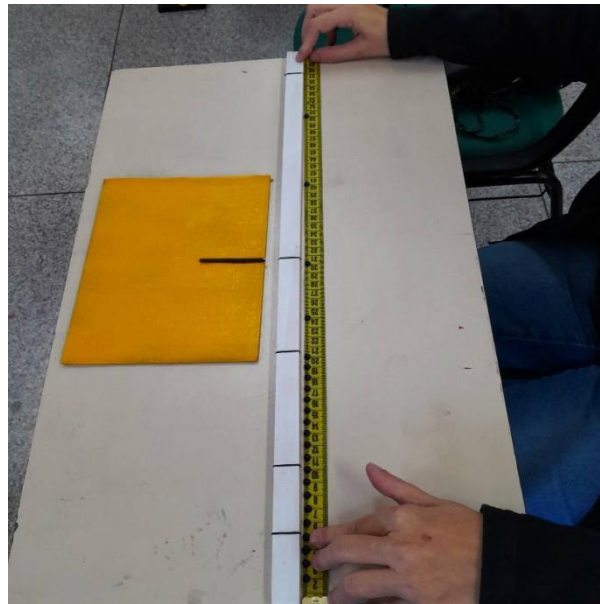
Fonte: Autor

Figura 35 – Aula – Gravitação Universal



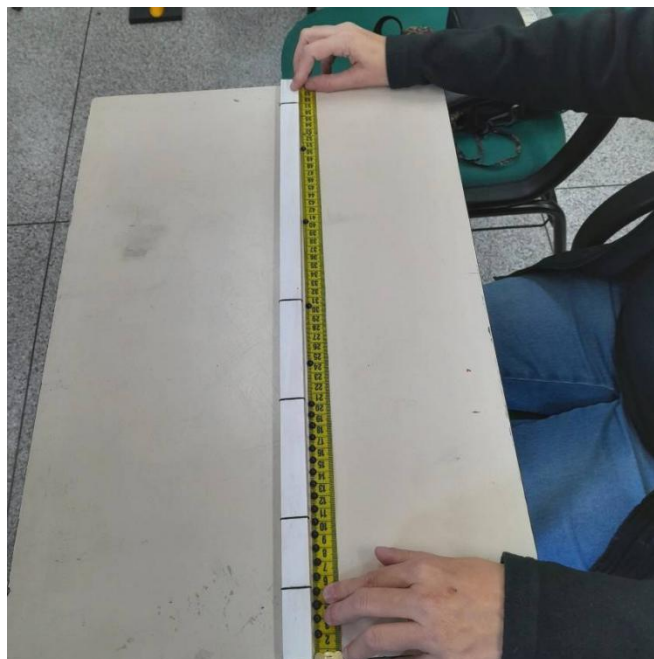
Fonte: Autor – Composição do Sistema Solar. Tamanhos e distâncias fora de escala.

Figura 36 – Aula Sistema de Medidas: Usando fita métrica adaptada para leitura de medidas



Fonte: Autor

Figura 37 – Aula Sistema de Medidas: Usando fita métrica adaptada para leitura de medidas



Fonte: Autor

Figura 38 – Adaptação do uso do transferidor para determinação de ângulos



Fonte: Autor

Figura 39 – Aula – Gravitação Universal: Uso de fonte sonora produzida pelo Arduino



Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

Figura 40 – Aula-Gravitação Universal: Uso de fonte sonora produzida pelo Arduino



Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

Figura 41 – Aula Movimentos do planeta Terra: Movimento de rotação e revolução



Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

Figura 42 – Aula Movimentos do planeta Terra: Movimento de rotação e revolução



Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

Figura 43 – Aula sobre irradiação solar. Transmissão de calor – ondas eletromagnéticas



Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

Figura 44 – Aula sobre irradiação solar. Transmissão de calor – ondas eletromagnéticas



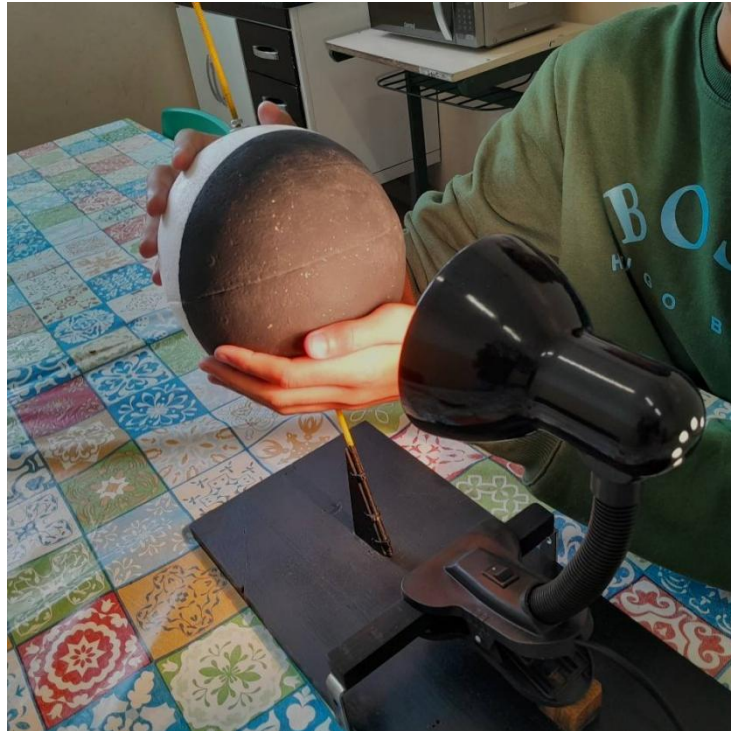
Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

Figura 45 – Aula sobre irradiação solar. Transmissão de calor – ondas eletromagnéticas



Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

Figura 46 – Aula sobre irradiação solar. Transmissão de calor – ondas eletromagnéticas



Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

Figura 47 – Aula sobre Solstícios e Equinócios da Terra



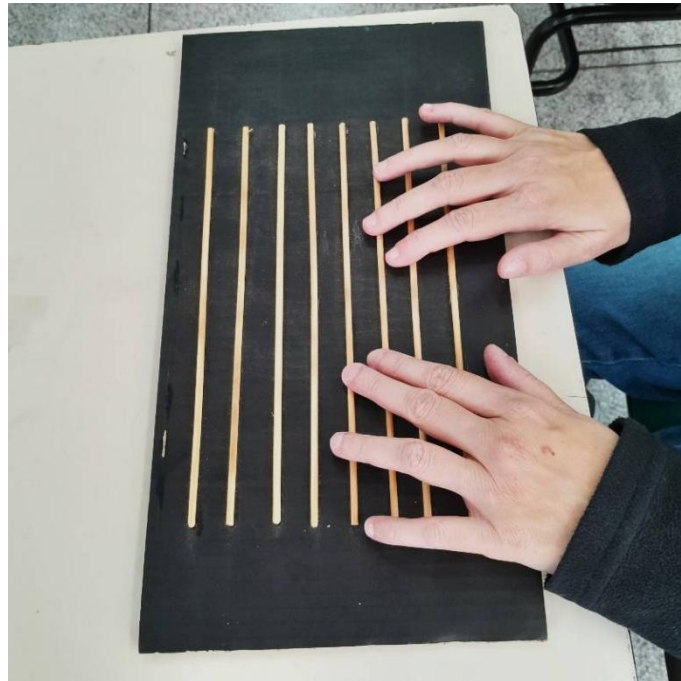
Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

Figura 48 – Aula sobre Solstícios e Equinócios da Terra



Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

Figura 49 – Demonstração sobre linhas paralelas



Fonte: Autor

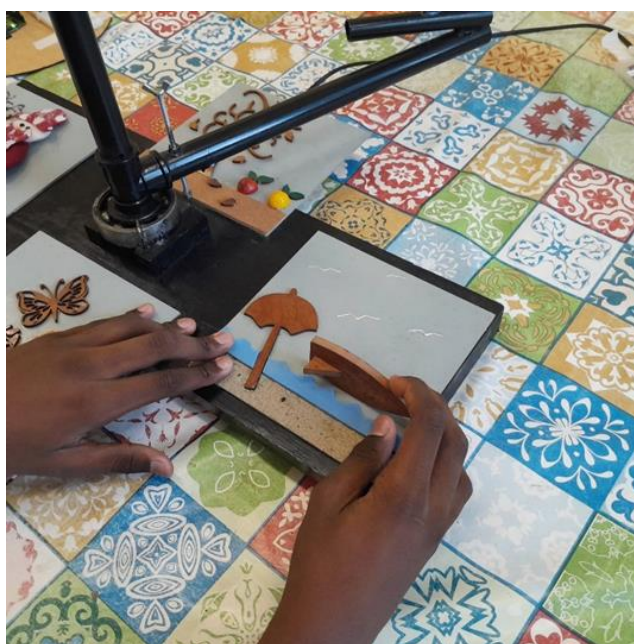
Figura 50 – Aula sobre insolação



Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

No projeto a seguir, nas Figuras 56, 57 e 58, a cada estação do ano uma música é executada, reproduzida pelo Arduino.

Figura 51 – Aula sobre as estações do ano



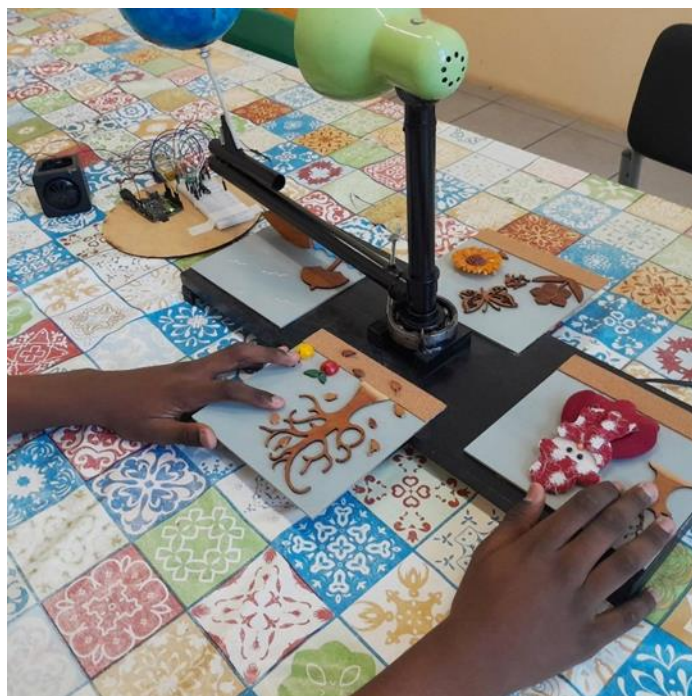
Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

Figura 52 – Aula sobre as estações do ano



Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

Figura 53 – Aula sobre as estações do ano



Fonte: Autor – Material fora de escala e cores fantasia.

Após as aulas com as atividades desenvolvidas com os alunos foram feitos os seguintes comentários por eles:

- *Legal! Agora entendi por que tem estações do ano.*
- *Agora sei por que a gente fala Sol a pino.*
- *Não sabia o que era gravidade.*
- *Posso levar para casa? Minha mãe e meu pai não sabem que existem outros planetas.*
- *Pensei que todos os planetas fossem iguais a Terra.*
- *Meu pai falou que chove porque o Sol derrete a nuvem. Então por que chove a noite?*
- *Gostei da música das estações do ano, bonitinha.*

Da professora:

- *Não sabia que a Terra tem um eixo imaginário.*
- *Gostei da força gravitacional, quanto mais longe menor a força, mais perto maior a força.*
- *Legal, esse som no modelo de insolação.*
- *Entendi, o que causa as estações do ano, pensei que era a proximidade e afastamento da Terra em relação ao Sol.*
- *Não sabia que a Terra atrai a Lua.*
- *Faz uma adaptação com o transferidor para medir ângulos.*
- *Um “barato” essa coisa de anos-luz.*
- *Nunca imaginei que ia entender sobre Equinócio e Solstício, vi na TV mas não sabia o que era.*

Nas figuras 54 a 61, tem-se a presença da Profa. Cristiana Mello Cerchiari, professora com deficiência visual, mestre em Educação e especialista ao atendimento de alunos com deficiência visual da Secretaria de Educação do Município de Osasco.

Figura 54 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual



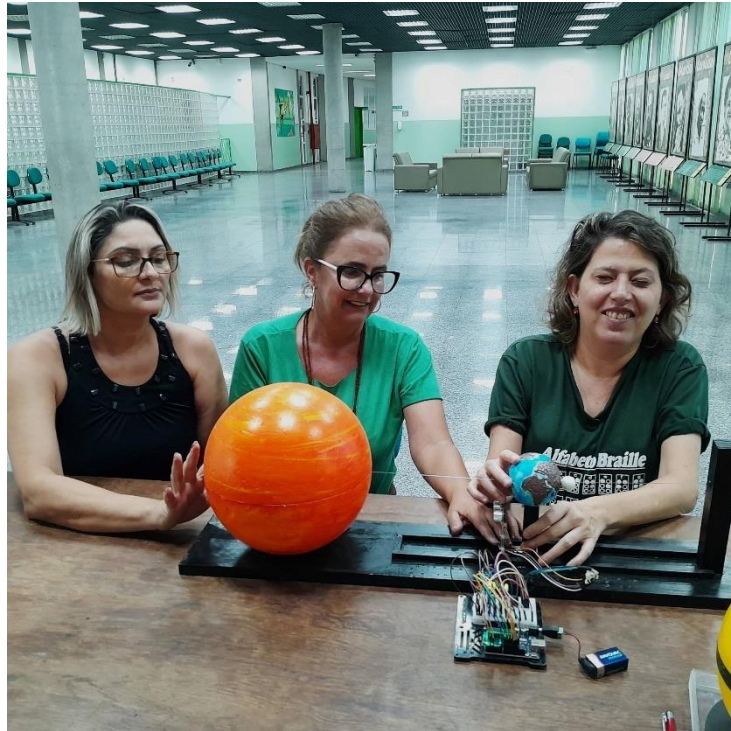
Fonte: Autor e Profa. Cristiana Mello Cerchiari

Figura 55 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual



Fonte: Autor e Profa. Cristiana Mello Cerchiari

Figura 56 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual



Fonte: Autor e Profa. Cristiana Mello Cerchiari

Figura 57 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual



Fonte: Autor e Profa. Cristiana Mello Cerchiari

Figura 58 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual



Fonte: Autor e Profa. Cristiana Mello Cerchiari

Figura 59 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual



Fonte Autor e Profa. Cristiana Mello Cerchiari

Figura 60 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual



Fonte: Autor e Profa. Cristiana Mello Cerchiari

Figura 61 – Profa. Cristiana Mello Cerchiari – professora com deficiência visual



Fonte: Autor e Profa. Cristiana Mello Cerchiari

5 Conclusão

O trabalho realizado com o presente produto educacional e realizado com os alunos com deficiência visual demonstrou que, além da percepção tátil, muito mais pode ser explorado usando-se a tecnologia como instrumento de inclusão, trazendo novas alternativas para o ensino de pessoas cegas por meio da elaboração e produção de materiais que auxiliem alunos cegos e professores no ensino de Astronomia. Embora a Astronomia seja uma Ciência em que a visão é a forma mais elementar da contemplação do universo, o presente trabalho mostrou que ela não é a única quando se trata em promover conhecimento às pessoas com deficiência visual. Outras formas de comunicação podem e devem ser exploradas de maneira a proporcionar um ensino inclusivo em todas as suas dimensões. Para tanto, a produção de materiais táteis/sonoros torna-se cada vez mais importante para que o aumento a acessibilidade ao ensino inclusivo de alunos cegos ocorra em uma escala exponencial. Os resultados obtidos durante a aplicação desse produto educacional foram os mais surpreendentes, pois a cada momento em que os alunos cegos exploravam os materiais ficava evidente o quanto ficavam fascinados pelas suas descobertas, curiosidades e perguntas tais como:

- *Professor, tem mais material igual a esse?*
- *Será que posso fazer para mim também?*
- *Quando ficamos em casa (pandemia), se tivesse esse material seria legal.*
- *Não sabia que a lua ficava “perto” da Terra!*
- *Achei legal as plaquinhas, o boneco com frio.*
- *Não sabia que tem planeta feito de gás!*

Essas falas nos mostram que estamos a trilhar um caminho na busca de novas ações que venham a corroborar em uma maior acessibilidade e exploração do conhecimento científico para os deficientes visuais. A cada aula ministrada com os materiais táteis/sonoros ficou clara a necessidade da utilização de materiais adaptados aos que já existem, para que os alunos cegos conhecessem muitos objetos que fazem parte do convívio escolar e social. Assim, os materiais projetados, criados nesse projeto, sofreram, durante a aplicação, adaptações que partiram dos próprios alunos, sem prejuízo do conceito inicial planejado. Embora nossa constituição garanta na forma de Lei a inclusão de pessoas cegas e com baixa visão em turmas regulares de ensino, as ações são ainda muito aquém das reais necessidades que se faz necessário a esse público, que cada vez mais se torna invisível, tanto no contexto social e educacional. Esses dois parâmetros seguem juntos. Portanto, não há sentido em desvincularmos um do outro, pois o que

se observa, na prática, são ações que tem o caráter de individualizá-los, tornando o que garante a lei a uma simples iniciativa em promover formalismos que não contemplam verdadeiramente a inclusão. A educação é a forma mais direta, eficaz e democrática em promover igualdade entre as pessoas cegas ou não, e o acesso à informação de qualidade às pessoas com deficiência visual é cada vez mais importante.

É na escola que a pessoa se sente inserida e acolhida pela sociedade. É por meio da educação que se criam mecanismos que a tornem independente no agir, pensar e na tomada de decisões. Propor na escola atividades pedagógicas que proporcionem um aprendizado igualitário e que tenham significado para os alunos cegos é o propósito desse trabalho, trazendo não só a discussão, mas propondo ações concretas para uma verdadeira inclusão. Os alunos com deficiência visual só não enxergam, esse fato em nada restringe sua capacidade cognitiva. Que, por meio de materiais táteis adequados, possam enxergar o mundo de uma maneira que façam sentido para eles. A literatura mostra e as estatísticas apontam que poucos são os materiais que atendem os deficientes visuais, como livros didáticos e materiais táteis, que são raros nas escolas do mundo inteiro. Ações paliativas ganham cada vez mais espaço e em nada contribuem para um ensino de qualidade para as pessoas com deficiência visual. Este trabalho mostra que é possível promover e fortalecer a escola com mecanismos que atendam o que a Lei de Inclusão garante, e acabando de vez com um dos principais problemas, quando o assunto é inclusão escolar: a evasão. A falta de materiais pedagógicos na escola pública para o atendimento a alunos cegos é muito grande e isso muitas vezes leva ao abandono dos estudos. No entanto, ações começam a surgir por parte da sociedade, não na mesma velocidade que deveriam para evitar o abandono, mas são proposições que, se forem bem estruturadas, podem e devem contribuir para uma melhor qualidade de ensino e inclusão em um mundo onde a vida é cada vez mais dependente do conhecimento científico.

Referências

ALMEIDA, T. R.; LANGHI, R. Educação em Astronomia: Autonomia docente em atividades experimentais através da formação continuada de professores. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, nº 1, Rio de Janeiro, 2011.

ANA, RAQUEL E FERNANDA. Necessidades específicas dos estudantes com baixa visão no ambiente escolar. In: Blog Deficiência Visual [S. l], 2011. Disponível em: <https://deficienciavisualpnees.blogspot.com/2011/11/necessidadesespecificas-do-estudante.html>. Acesso em: 28 jun. 2024

ANDRADE, D. P.; IACHEL, G. A elaboração de recursos didáticos para o ensino de Astronomia para deficientes visuais. In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017.

ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. 2a ed. São Paulo: Papirus Editora, 2023.

ANJOS, S. Sistema Solar. [S. l]. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~aga210/2020b/Roteiro8-2020.pdf>. Acesso em 25 jun. 2024

BARCELOS, K.; MACHADO, L. C.; MAIA, M. M. N. Benefícios da Impressão 3D para o ensino de cegos e baixa visão. In: **ANAIS DO I CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO: DIVERSIDADE, FORMAÇÃO E SABERES DOCENTES**. 2018, Monte Claros. Anais eletrônicos, Campinas, Galoá, 2018. Disponível em: <https://proceedings.science/cied/papers/beneficios-da-impressao-3d-para-o-ensino-de-cegos-e-baixa-visao?lang=pt-br>. Acesso em: 10 jul. 2023.

BARROCO, S. M. S. **A educação especial do novo homem soviético e a psicologia de L. S. Vygotsky**: Implicações e contribuições para a psicologia e a educação atual. Tese (Doutorado em Educação), Unesp, Araraquara. SP, 2007

BARROS, S. S., MARTELLI, V., SANTOS, W. S. Uma proposta para a inclusão de alunos deficientes visuais nas aulas de Física do ensino médio. In: **Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física**, p. 1285-1293. Curitiba, mar. 2003.

BASTOS, B. L. *et al.* Implementação de Maquete Tátil Sonora para Pessoas com Deficiência Visual. In: **WIE 2010 XXX Congresso da SBC**, Belo Horizonte, 2010.

BATISTA DOS SANTOS, J.; PEDRANCINI, V. D.; DE MORAES, A. R. O ensino de ciências com alunos deficientes visuais em Mundo Novo – MS. **BARBAQUÁ**. Dourados, v. 3, n. 6, p. 39–56, 2021. Disponível em:

<https://periodicosonline.uems.br/index.php/barbaqua/article/view/5275>. Acesso em: 10 jul. 2023.

BERNARDES, A. O. Tecnologias para o ensino de deficientes visuais. **Revista Educação Pública**. Rio de Janeiro, v. 10, ed. 31. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/10/31/tecnologias-para-o-ensino-de-deficientes-visuais>. Acesso em: 28 jun. 2024.

BOCZKO, R. LEISTER. N. V. Astronomia Clássica. In: FRIAÇA, A. C. S; PINO, E. D; JUNIOR, L. S; JATENCO-PEREIRA, V. (Orgs.) **Astronomia: Uma Visão Geral do Universo**. São Paulo: Edusp, 2000.

BLOGSPOT. *Teoría Planetesimal*. In: **Ciencias del mundo contemporáneo**. Disponível em: <https://cienciasdelmundocontemporaneoemea.blogspot.com/2013/10/tema-1-teoria-planetesimal.html>. Acesso em: 24 jun. 2024.

BRASIL, Lei nº [13.146](#), de 06 de julho de 2015. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm. Acesso em: 10 jul. 2023.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 01 jul. 2024.

BRASIL. Decreto Nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. **Regulamenta as Leis nºs 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências**. Brasília/DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm. Acesso em: 01 jul. 2024

BRASIL. Decreto Nº 6.949, de 25 de agosto de 2009. **Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007**. Brasília/DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm. Acesso em 01 jul. 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da educação básica 2020: resumo técnico** [recurso eletrônico] – Brasília: Inep, 2021.

BRASIL. Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.** Brasília/DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394compilado.htm. Acesso em 01 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Cadernos da TV Escola, 2000. Marta Gil (org.). **Deficiência Visual.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/deficienciavisual.pdf>>. Acesso em: 10 de Jul 2023

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Nacionais para Educação Especial na Educação Básica.** Brasília: MEC/SEESP, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial (SEESP). **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva.** Brasília: MEC/SEESP, 2008.

BRASÍLIA. Secretaria de Educação Especial. **Saberes e práticas da inclusão: desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais especiais de alunos cegos e de alunos com baixa visão.** Coordenação geral SEESP/MEC. Brasília: MEC, Secretaria de Educação Especial, 2006.

BUENO, J. *et al.* **Guia de recomendações para o desenvolvimento de materiais didáticos digitais para o público de baixa visão.** Curitiba: PPGDesign, 2022.

BYTE: Além de rotação e translação: 3 movimentos que a Terra faz e que poucos conhecem. São Paulo: Terra, 2017. Disponível em: [terra-faz-e-que-poucos-conhecem,2bdd0b7cacd2126e6d9097a901711b84lxm90o2f.html#:~:text=Voc%C3%AA%20certamente%20aprendeu%20na%20escola,46%20segundos\)%20para%20ser%20completo.](https://terra.faz-e-que-poucos-conhecem,2bdd0b7cacd2126e6d9097a901711b84lxm90o2f.html#:~:text=Voc%C3%AA%20certamente%20aprendeu%20na%20escola,46%20segundos)%20para%20ser%20completo.)

Acesso em: 28 jun. 2024.

CAMARGO, E. P. Ensino de Ciências, Parâmetros Curriculares Nacionais e Necessidades Educacionais Especiais: Discussão, reflexão e diretrizes. In: **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, n. 5. Bauru, São Paulo, 2005

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos para o planejamento de atividades de ensino de óptica para alunos com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 115-126, 2007.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Planejamento de Atividades de ensino de Física para Alunos com Deficiência Visual: dificuldades e alternativas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** Vol. 6, Nº 2, 2007, p. 378-401. Disponível em:

http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/art9_vol6_n2.pdf. Acesso em: 10 jul. 2023.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Planejamento de atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 378-401, 2007.

CAMARGO, E. P.; SCALVI, L. V. A. O ensino de Física e os portadores de deficiência visual: aspectos observacionais não-visuais de questões ligadas ao repouso e ao movimento dos objetos. In: NARDI, R. **Educação em Ciências da pesquisa à prática docente**. São Paulo: Escrituras, 2003, p. 117-133.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D. Ensino de Física para alunos com deficiência visual: atividade que aborda a posição de encontro de dois móveis por meio de um problema aberto. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**, p.1-13. Jaboticatubas, out. 2004.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D. Trabalhando o conceito de aceleração com alunos com deficiência visual: um estudo de caso. In: **Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física**, p.1218-1223. Curitiba, mar. de 2003.

CAMBRUZZI, R. C. S. Estimulação Essencial ao portador de Surdez. **Anais do III Congresso Ibero-Americano de Educação Especial**, volume 3. Foz do Iguaçu – PR: Qualidade, 1998. p. 86-90

CAMPOS, M. Sistema solar. In: **Mundo Educação**. [S. l]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/sistema-solar.htm>. Acesso em: 03 jul. 2024

CASA DO BRAILLE: Nossos produtos. Disponível em: https://www.casabrilhe.com.br/PriceRange_0-45_Installments_NoInterest. Acesso em: 28 jun. 2024.

CASTILHO, R. Sistema Solar. In: **Toda Matéria**. [S. l]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/sistema-solar/>. Acesso em 28 jun. 2024.

CASTRO, D. S. Johannes Kepler. In: **Info Escola**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/astronomia/johannes-kepler/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

CEJAM. **Alunos com deficiência visual podem utilizar o soroban em exames que envolvam cálculos matemáticos**. São Paulo: 2017. Disponível em: <https://cejam.org.br/noticias/alunos-com-deficiencia-visual-podem-utilizar-o-soroban-em-exames-que-envolvam-calculos-matematicos>. Acesso em: 28 jun. 2024.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA/RIO DE JANEIRO. **Radiação Solar e Terrestre. Balanço de Calor.** Disponível em: <http://meteoro.cefet-rj.br/felipe/metgeral/capitulo2.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2024.

CIVIAM: **Você sabe o que é reglete?** Disponível em: <https://civiam.com.br/voce-sabe-o-que-e-reglete/>. Acesso em 28 jun. 2024.

COOPERKAP: **Piso Tátil Direcional.** Disponível em: <https://cooperkap.com.br/tapetes-e-capachos/piso-tatil-direcional/>. Acesso em: 28 jun. 2024.

COSTA, L. G., NEVES, M. C. D, BARONE, D. A. C. O ensino de física para deficientes visuais a partir de uma perspectiva fenomenológica. *Ciência e Educação*, v. 12, n. 2, p. 143-153, 2006.

COSTA-PINTO, D.; SOUZA, G. A.; SILVA, D. M.; FARIAS, T. P. D. MEIRELLES, R. M. S.; ARAÚJO-JORGE, T. C. A construção de mini-museus de Ciências auxiliando deficientes visuais no ensino fundamental, médio e superior do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência**, n. 5. Bauru, São Paulo. 2005.

CRUZ, G. C. Lei da Gravitação Universal. In: **Cola da Web**. [S. l.]. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/fisica-geral/lei-da-gravitacao-universal>. Acesso em 25 jun. 2024.

DECLARAÇÃO DE SALAMANCA: Declaração de Salamanca e Linha de Ação Sobre Necessidades Educativas Especiais. In: **Conferência Mundial sobre necessidades educativas especiais: acesso e qualidade**. Brasília: CORDE, 1994.

DEJOIE, J; TRUELOVE E. L. **Terra: o planeta água.** Tradução: Rita C. Johnson. Disponível em: https://heasarc.gsfc.nasa.gov/nasap/docs/solar2_p/earth_p.html. Acesso em: 28 jun. 2024.

DESSEN, M. A.; POLONIA, A. C. A família e a escola como contextos de desenvolvimento humano – In: **Paidéia**, Ribeirão Preto, v. 17, n. 36, p. 21-32, abr/jul. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/paideia/a/dQZLxXCSTNbWg8JNGRcV9pN/#:~:text=Os%20la%C3%A7oes%20afetivos%2C%20estruturados%20e,de%20maneira%20conjunta%20ou%20separada>. Acesso em: 02 jul. 2024.

DICKMAN, A. G.; FERREIRA, A. C. Ensino e aprendizagem de Física a estudantes com deficiência visual: Desafios e Perspectivas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 8, n. 2, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4020>. Acesso em: 10 jul. 2023.

DINIZ, L. G. Galileu Galilei - O mensageiro das estrelas. In: **Píon - Ligado na Física**. Disponível em: <https://www.sbfisica.org.br/v1/portalpion/index.php/artigos/26-galileu-galilei-o-mensageiro-das-estrelas>. Acesso em: 27 jun. 2024.

DONOSO, J. P. **Transferência de calor por radiação**. Disponível em: https://www.ifsc.usp.br/~donoso/fisica_arquitetura/10_radiacao_termica.pdf. Acesso em: 28 jun. 2024.

DUARTE, F. A astrônoma cega que criou técnica para ‘escutar’ o céu em busca de vida fora da Terra. In: **BBC News Brasil**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-40876838>. Acesso em: 27 jun. 2024.

EDUCAÇÃO INCLUSIVA: Conheça o histórico da legislação sobre inclusão. In: **Todos pela Educação**. 04 mar. 2020. Disponível em: <https://todospelaeducacao.org.br/noticias/conheca-o-historico-da-legislacao-sobre-educacao-inclusiva/>. Acesso em: 26 dez. 2023.

EGOROV, B. O menino cego que se tornou um matemático mundialmente conhecido. In: **Russia Beyond**. Disponível em: <https://br.rbth.com/ciencia/88077-menino-cego-virou-matematico-famoso>. Acesso em: 27 jun. 2024

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Lev Semyonovich Pontryagin**. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Lev-Semyonovich-Pontryagin>. Acesso em: 27 jun. 2024.

ESSENCIAL ACESSIBILIDADE: **O uso da sinalização em braille é obrigatório?** Disponível em: <https://essencialaccessibilidade.com.br/uso-da-sinalizacao-em-braille-obrigatorio/>. Acesso em: 28 jun. 2024.

FARIA, R. Senado leva notícias em braille a todo o país há 15 anos. In: **Senado Federal**. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2023/05/senado-leva-noticias-em-braille-a-todo-o-pais-ha-15-anos>. Acesso em: 24 jun. 2024

FERREIRA, L. E., Influência da música no ensino-aprendizagem de alunos cegos. **Revista Ensaios Pedagógicos**, v. 8, n. 1, p. 127-146, 2018.

FRANCO, G. Sistema Braille; In: **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/portugues/braille.htm>. Acesso em: 28 out. 2024.

FRAZÃO, D. Johannes Kepler. In: **e-biografia**. Disponível em: https://www.ebiografia.com/johannes_kepler/. Acesso em 27 jun. 2024.

FRAZÃO, D. Leonhard Euler In: **e-biografia**. Disponível em: https://www.ebiografia.com/leonhard_euler/. Acesso em 27 jun. 2024.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Johannes Kepler. In: **Biografias**. Disponível em: <https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/Biograf/ilustres/johannes.htm>. Acesso em: 27 jun. 2024.

G1. Professor cego da Unesp conquista título de livre-docência. **G1 Rio Preto e Araçatuba**. Disponível em: <https://g1.globo.com/sao-paulo/sao-jose-do-rio-preto-aracatuba/noticia/2016/06/professor-cego-da-unesp-conquista-titulo-de-livre-docencia.html>. Acesso em 27 jun. 2024.

GASPAR, A; MONTEIRO, I. C. C; MONTEIRO, M. A. A. Um estudo sobre as atividades experimentais de demonstração em sala de aula: Proposta de uma fundamentação teórica. *Enseñanza de las Ciencias*, Granada, v. extra, 2005.

GRIMM, A. M. Movimentos da Terra, estações. In: *Meteorologia Básica - Notas de Aula*. [S. l]. Disponível em: <https://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-1.html>. Acesso em: 25 jun. 2024.

https://www.gov.br/ibc/pt-br/pesquisa-e-tecnologia/centro-de-estudos-e-pesquisas-do-ibc-1/boletins/2016/boletim_do_centro_de_estudos_de_marco_e_abril_de_2016.pdf

IACHEL, G; LANGHI, R.; NARDI, R. Educação em astronomia: repensando a formação de professores. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 21, p. 69–81, 2016. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/252>. Acesso em: 10 jul. 2023.

IBC. Inclusão além das nossas fronteiras: A educação do Deficiente Visual nos Estados Unidos. *Boletim Centro de Estudos e Pesquisas do Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, Número 15, Mar./Abr. 2016. Disponível em: https://www.gov.br/ibc/pt-br/pesquisa-e-tecnologia/centro-de-estudos-e-pesquisas-do-ibc-1/boletins/2016/boletim_do_centro_de_estudos_de_marco_e_abril_de_2016.pdf. Acesso em: 26 dez. 2023.

IDEA: Lei de Educação de Indivíduos com Deficiências – História e Resumo. In: **Estudyando**, [s. d.]. Disponível em: <https://pt.estudyando.com/idea-lei-de-educacao-de-individuos-com-deficiencias-historia-e-resumo/>. Acesso em: 25 dez. 2023.

IFPB – Instituto Federal da Paraíba, Ministério da Educação. **Cores na deficiência visual**. Paraíba, Dez. 2022. Disponível em: <https://www.ifpb.edu.br/assuntos/fique-por-dentro/cores-na-deficiencia-visual>. Acesso em: 03 jul. 2024.

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. O IBC e a educação de cegos no Brasil. 22 ago. 2019. Disponível em: <http://antigo.ibc.gov.br/a-criacao-do-ibc>. Acesso em: 04 jul. 2024

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. Trocando ideias. In: **Boletim Centro de Estudos e Pesquisas do Instituto Benjamin Constant**: Divisão de Pesquisa Documentação e Informação, ano II, n. 15, mar/abr. 2016. Disponível em: https://www.gov.br/ibc/pt-br/pesquisa-e-tecnologia/centro-de-estudos-e-pesquisas-do-ibc-1/boletins/2016/boletim_do_centro_de_estudos_de_mar_e_abril_de_2016.pdf. Acesso em 03 jul. 2024.

INSTITUTO CLARO. **Feelipa Color Code**: um sistema para deficientes visuais “enxergarem” cores. [S. l], 2015. Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/educacao/nossas-novidades/noticias/feelipa-color-code-um-sistema-para-deficientes-visuais-enxergarem-cores/>. Acesso em: 28 jun. 2024.

INSTITUTO DE OFTALMOLOGIA DO RIO DE JANEIRO. Baixa Visão. Rio de Janeiro, [s. d.]. Disponível em: <https://iorj.med.br/baixa-visao/>. Acesso em: 26 dez. 2023.

KNOW, D. Why Blind People Are Better at Math. In: **Nautilus Magazine**. Disponível em: <https://nautil.us/why-blind-people-are-better-at-math-236137/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

LANG, F. A inclinação do eixo de rotação da Terra. In: **Centro de Referência para o Ensino de Física**. Disponível em: <https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=a-inclinacao-do-eixo-de-rotacao-da-terra>. Acesso em: 28 jun. 2024.

LANGHI, R.; SHIGUNOV, A. N. A formação de professores em astronomia: uma análise do banco de teses e dissertações sobre educação em astronomia. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 16, p. 510-521, 2021.

LAURETH, B. R. **Modelos cosmológicos adaptados**: Um artefato para o ensino de cegos. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias), Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville/SC, 2021.

LEMONS, E. R. José Álvares de Azevedo: Patrono da Educação dos Cegos no Brasil. **Revista Benjamin Constant**. Rio de Janeiro, Instituto Benjamin Constant, nº 24, abril de 2003.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

LIMA, F. J. **Introdução aos estudos do roteiro para áudio-descrição**: sugestões para a construção de um script anotado. Disponível em: <https://www.associadosdainclusao.com.br/enades2016/sites/all/themes/berry/documentos/08-introducao-ao-estudo-do-roteiro.pdf>. Acesso em 01 jul. 2024.

LORA, T. D. P. Descobrimos o real papel das outras percepções, além da visão, para a orientação e mobilidade. In: **Orientação e Mobilidade**: Conhecimentos básicos para a inclusão do deficiente visual. Coordenação: Maria Glória Batista da Mota, Brasília: MEC, SEESP, 2003

LUZ, C. F. S.; SOUZA, A. L. S.; DUARTE, A. C. S. Educação inclusiva e tecnologias assistivas: uma análise acerca da aprendizagem de deficientes visuais. In: **IV Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade"**. São Cristóvão/SE, 2012.

MARTINS, J. C. S. G. A; FARES, J. A. Sensibilidade versus acessibilidade: o debate em foco. Universidade do Estado do Pará. **Revista COCAR**, Belém, N.11. N.21, pág. 209 a 229– Jan./Jul. 2017. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/1289/807>. Acesso em: 01 jul. 2024.

MARTINS, L. A. R. **Educação e diversidade**: um preâmbulo. João Pessoa/PB: Ed. Ideia, 2008.

MASINI, E. F. S. A educação do portador de deficiência visual. In: **Em aberto**, Brasília, ano 13, n. 60, out/dez. 1993.

MAZZOTTA, M. J. S. **Educação Especial no Brasil**: história e políticas. São Paulo: Cortez, 2001.

MEDEIROS, A. A.; JÚNIOR, M. J. N.; OLIVEIRA, W. C. e OLIVEIRA, N. S. M. Uma estratégia para o ensino de associações de resistores em série/paralelo acessível a alunos com deficiência visual. In: **Atas do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Luís, jan. 2007.

MEIHY, J. C. S. B. **Manual de História Oral**. São Paulo: Loyola, 1996, p. 145.

MICHELS, L; SILVA, M. A audiodescrição na escola. In: **Sobre a deficiência visual**. Disponível em: http://www.deficienciavisual.pt/txt-Audiodescricao_na_escola.htm. Acesso em 01 jul. 2024.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. A área de ciências da natureza e suas tecnologias. In: Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/a-area-de-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias>. Acesso em: 19 set. 2024.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. A área de ciências da natureza. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental/a-area-de-ciencias-da-natureza>. Acesso em: 19 set. 2024

MORAES, M. B. S. A. Irradiação térmica. In: **Transmissão de calor**. [S. l.]. Disponível em: https://ppgenfis.if.ufrgs.br/mef008/mef008_02/Beatriz/irradiacao.htm. Acesso em: 25 jun. 2024.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez: Brasília, UNESCO, 2011.

MOSAICOS AMAZONAS. **Piso tátil em rampa de acessibilidade**. Disponível em: <https://blog.mosaicosamazonas.com.br/piso-tatil-rampa-de-acessibilidade/>. Acesso em: 28 jun. 2024.

MOSQUERA, C. F. F. **Deficiente Visual na Escola Inclusiva**. Curitiba: IBPEX, 2010

NEVES, M. C. D.; COSTA, L. G.; CASICAVA, J.; CAMPOS, A. Ensino de Física para portadores de deficiência visual: uma reflexão. **Revista Benjamin Constant (MEC)**, Rio de Janeiro: v. 6, n. 16, ago. 2000.

OGBU, J. U., SATO, N. E.; KIM, E. Y. Anthropological inquiry. In KEEVES, J. P. (Ed). **Educational research, methodology, and measurement**. An international handbook. Oxford, Pergamon Press, 1988, p. 48-54

OLIVEIRA, F. D. S.; SOBRAL, M. S. C. Família e Escola no Enfrentamento do Déficit Cognitivo. **Id on Line. Revista de Psicologia.**, Fev. 2020, vol.14, n.49, p. 162- 169. ISSN: 1981-1179. Disponível em: <http://idonline.emnuvens.com.br/id/article/download/2322/3604>. Acesso em: 10 jul. 2023.

OLIVEIRA, F. J. *et al.* Audiodescrição como ferramenta de inclusão de alunos cegos ao processo de ensino aprendizagem. **Anais II CINTEDI**. Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/22721>. Acesso em: 10 jul. 2023.

OLIVEIRA, T. A. B.; NICKEL, E. M.; CINELLI, M. J. Sistemas de cores táteis: estudo comparativo de suas vantagens e limitações para pessoas com deficiência. In: **16º ERGODESIGN**, USIHC, CINAHPA, Santa Catarina, 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Declaração de Salamanca sobre princípios, política e práticas na área das necessidades educativas especiais**. Salamanca: 1994.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Saúde Ocular**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/saude-ocular>. Acesso em: 01 jul. 2024.

PACHECO, M. H.; ZANELLA, M. S. Panorama de pesquisas em ensino de astronomia nos anos iniciais: um olhar para teses e dissertações. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 28, p. 113–132, 2020. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/423>. Acesso em: 10 jul. 2023.

PELLEGRINI, L. Música das esferas. A astrônoma cega que aprendeu a ouvir estrelas. Disponível em: <https://www.luispellegrini.com.br/tag/wanda-diaz-merced/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

PENA, R. F. A. Precessão dos equinócios. In: **Mundo Educação**. [S. l.]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/precessao-dos-equinocios.htm>. Acesso em: 25 jun. 2024.

PETIÇÃO PÚBLICA. Nomeação do Planetário do Parque do Carmo para “Planetário Professor Acácio Riberi”. Disponível em: <https://peticaopublica.com.br/pview.aspx?pi=BR90352>. Acesso em 27 jun. 2024.

RAUPP, D. O.; CALCAGNO, C. I. W., Projeto de mapa tátil do IFSUL – Sapucaia do Sul para acessibilidade de deficientes visuais. In: HOLZMANN, H. A. (org.). **A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Mecânica**. Ponta Grossa/PR: Atena, 2020.

REDAÇÃO NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. Quais as teorias de Isaac Newton que mudaram os fundamentos da física. In: **National Geographic**. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/historia/2023/01/quais-as-teorias-de-isaac-newton-que-mudaram-os-fundamentos-da-fisica#:~:text=Newton%20prop%C3%B4s%20que%20a%20gravidade,do%20Sistema%20Solar%20em%20%C3%B3rbita>. Acesso em: 28 jun. 2024.

REVISTA DA SEMANA. Arquivo da Biblioteca Nacional. Ed. 45, de 17 de outubro de 1936. Disponível em: https://memoria.bn.gov.br/docreader/DocReader.aspx?bib=025909_03&pagfis=16208. Acesso em: 02 jul. 2024.

RIBEIRO, S. C. Leonhard Euler (1707-1783). In: **GPET Física Unicentro**. Disponível em: <https://www3.unicentro.br/petfisica/2016/06/29/leonhard-euler-1707-1783#:~:text=E%20anos%20depois%20ficou%20completamente,de%20Euler%20nas%20%C3%A1reas%20exatas>. Acesso em: 27 jun. 2024.

RIOGA, L. Como Nascem As Estrelas. In: Espaço do Conhecimento UFMG. Disponível em: ufmg.br/espacodoconhecimento/como-nascem-as-estrelas/. Acesso em 31 out. 2024

RODRIGUES, F. M. Ensino de Astronomia para Deficientes Visuais... Como? In: **Observatório Faculdade de Ciências - Campus de Bauru**. Disponível em: <https://www.fc.unesp.br/#!/observatorio/noticias/v/id::10091/ensino-de-astronomia-para-deficientes-visuais-como>. Acesso em: 27 jun. 2024.

- ROMERO, R. A. S.; SOUZA, S. B. Educação Inclusiva: alguns marcos históricos que produziram a educação atual. In: **VIII Congresso Nacional de Educação: formação de professores e III Congresso Ibero-Americano sobre Violência nas Escolas** (recurso eletrônico), 2008, Curitiba. Anais, Curitiba – PR, 2008. Disponível em http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/447_408.pdf. Acesso em: 10 jul. 2023.
- SANT'ANNA. A. Matemáticos cegos. In: Matemática e Sociedade. Disponível em: <https://adonaisantanna.blogspot.com/2012/02/matematicos-cegos.html>. Acesso em 27 jun. 2024.
- SANT'ANNA. A. Matemáticos cegos. In: Matemática e Sociedade. Disponível em: <https://adonaisantanna.blogspot.com/2012/02/matematicos-cegos.html>. Acesso em 27 jun. 2024
- SANTOS, L. G. **Orientações para atuação pedagógica junto a alunos com deficiência:** intelectual, auditiva, visual e física. NEDESP. Paraíba, 20 abr. 2020. Disponível em: <https://www.ce.ufpb.br/nedesp/contents/menu/documentos/professor-saiba-receber-o-aluno-cego-em-sala-de-aula/>. Acesso em: 15 jan. 2024.
- SARAIVA, M. F. O; FILHO, K. S. O; MÜLLER, A. M. **Insolação Solar**. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/insolacao.htm>. Acesso em: 28 jun. 2024.
- SARAIVA, M. F. O; FILHO, K. S. O; MÜLLER, A. M. **Movimento anual do Sol e estações do ano**. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula_movsol.htm. Acesso em: 25 jun. 2024.
- SARRAF, V. P. Acessibilidade cultural para pessoas com deficiência – benefícios para todos. **Revista do Centro de Pesquisa e Formação**, n. 06, p. 23-43, 2018.
- SCANHOLATO PRIMO, C.; BRUNETTO PERTILE, E. Ciências e biologia para alunos cegos: metodologias de ensino. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 5, n. 1, p. 256-277, 16 mar. 2022.
- SILVA, T. S.; LANDIM, M. F.; SOUZA, V. R. M. A utilização de recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de ciências de alunos com deficiência visual. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 13, n. 1, p. 32-47, 2014. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen13/REEC_13_1_3_ex710.pdf. Acesso em: 10 jul. 2023.
- SOUSA, R. Solstício e equinócio. In: **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/solsticios-equinocios.htm>. Acesso em: 28 jun. 2024.

SOUZA, N. A.; ROSA, C. T. W.; DARROZ, L. M. O ensinar física para alunos com deficiência visual: possibilidades didáticas a partir das teses e dissertações nacionais. **Revista REPPE do Programa de Pós-Graduação em Ensino – Universidade Estadual do Norte do Paraná**, Cornélio Procopio, v. 6, n. 1, p. 199-227, 2022.

STOK, V. Cego desde os 9 anos, Éder vence a deficiência e é professor de física na Unesp. **Diário da Região**. Disponível em: <https://www.diariodaregiao.com.br/cidades/riopreto/cego-desde-os-9-anos-eder-vence-a-deficiencia-e-e-professor-de-fisica-na-unesp-1.228464>. Acesso em: 27 jun. 2024.

STURMAN, A. Case study methods. In KEEVES, J. P. (Ed). **Educational research, methodology, and measurement**. An international handbook. Oxford, Pergamon Press, 1988. p. 61-66.

TAFT, R. Ethnographic research methods. In KEEVES, J. P. (Ed). **Educational research, methodology, and measurement**. An international handbook. Oxford, Pergamon Press, 1988. p. 71-75.

TANCREDI, S. Galileu Galilei. In. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biografia/galileu-galilei.htm#:~:text=Pouco%20antes%20de%20morrer%2C%20ele,%2C%20em%20Arcetri%2C%20na%20It%C3%A1lia>. Acesso em: 28 jun. 2024.

TERRA. **Conheça os cientistas que foram vítimas de suas invenções**. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/infograficos/cientistas-vitimas/cientistas-vitimas-02.htm#:~:text=Ele%20era%20fascinado%20pelo%20Sol,quatro%20anos%20de%20sua%20vida>. Acesso em: 28 jun. 2024.

UNESCO. Declaração de Salamanca e Linha de Ação Sobre Necessidades Educativas Especiais. Brasília: Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, 1994. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Como sabemos a idade do Sistema Solar? In: **Espaço do Conhecimento UFMG**. Disponível em: <https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/solsticios-e-equinocios/>. Acesso em: 28 jun. 2024.

VARELLA, P. G. Prof. Acácio Riberi: um exemplo de perseverança. In: **Observatório Céu Austral**. Disponível em: <https://www.ceuaustral.pro.br/profacacio.htm>. Acesso em: 27 jun. 2024.

VIEIRA, M. L. Pontryaguin | Como o gênio russo da Matemática Superou a Cegueira? In: **Matemática Simplificada**. Disponível em: <https://matematicasimplificada.com/pontryagin/>. Acesso em 27 jun. 2024.

VYGOTSKY, L. S. **O desenvolvimento psicológico da criança**. Tradução: Cláudia Berliner. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

VYGOTSKY, L. S. **Obras escogidas**: fundamentos de defectología. Tomo V. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1997.

VYGOTSKY, L. S; LURIA, A. R, **Estudos sobre a história do comportamento**: o macaco, o primata e a criança. Porto Alegre: Artmed, 1996.

WEEMS, B. A. Physical Science Course for the Visually Impaired. **The Physics Teacher**, v. 15, p. 333-338, 1977.

Músicas:

Inverno (Winter) - Vivaldi - As quatro estações (Le quattro stagioni - Four seasons). YouTube, 22 jan. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nvbfFfwzCqg>. Acesso em: 27 jun. 2024.

As quatro estações - Vivaldi. YouTube, 26 dez. 2007. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=3xfAL9T_g5U&t=2s. Acesso em: 27 jun. 2024.

Palavra Cantada | Vai e Vem das Estações. YouTube, 27 set. 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jlNoF8GEGWc>. Acesso em 27 jun. 2024.

Antonio Vivaldi - Outono. YouTube, 06 nov. 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=wuJ2EC0wnJg>. Acesso em: 27 jun. 2024.

O Verão - Presto (As 4 estações) Antonio Vivaldi. YouTube, 09 out. 2011. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=31jj8rglXk8>. Acesso em 27 jun. 2024.

APÊNDICE A: Produto Educacional

Lista de Figuras

Figura A1 – Eratóstenes de Cirênia.....	118
Figura A2 – Sistema Solar.....	121
Figura A3 – Contração Nebular e Formação de Planetas.....	123
Figura A4 – Fita métrica com miçangas.....	126
Figura A5 – Régua plástica com marcações.....	126
Figura A6 – Cabo de vassoura/madeira comprida com sulcos (marcações).....	127
Figura A7 – Papelão quadrado.....	127
Figura A8 – Paquímetro.....	128
Figura A9 – Realizando medições – régua deslizante com sulcos.....	129
Figura A10 – Polo Norte e o Equador.....	131
Figura A11 – Barras com seção transversal em “X”.....	131
Figura A12 – Maquete Sol – Terra.....	133
Figura A13 – Ex. Maquete Sistema Solar em escala logarítmica.....	134
Figura A14 – Fita métrica com miçangas.....	135
Figura A15 – Régua plástica com marcações.....	135
Figura A16 – Escala numérica.....	136
Figura A17 – Trigonometria no triângulo retângulo.....	138
Figura A18 – Paralaxe trigonométrica.....	139
Figura A19 – Transfátal.....	140
Figura A20 – Transfátal.....	140
Figura A21 – Transfátal.....	141
Figura A22 – Atração gravitacional Sol/Terra.....	142
Figura A23 – Sistema Sol – Terra – Lua.....	143
Figura A24 – Sistema Sol – Terra – Lua e Arduino.....	144
Figura A25 – Claudius Ptolomeu.....	148
Figura A26 – Modelo geocêntrico de Ptolomeu.....	148
Figura A27 – Sistema ptolomaico.....	149
Figura A28 – Nicolau Copérnico.....	149
Figura A29 – Modelo heliocêntrico de Copérnico.....	149

Figura A30 – Castelo-observatório de Tycho Brahe.....	150
Figura A31 – O (grande) quadrante mural de Tycho Brahe.....	150
Figura A32 – Johannes Kepler.....	152
Figura A33 – Órbita da Terra é elíptica e o Sol está em um dos focos. Elipse é uma cônica.....	152
Figura A34 – Elipses das órbitas dos planetas do sistema solar, cuja excentricidade está próxima a 0.....	153
Figura A35 – Movimentos da Terra.....	154
Figura A36 – Movimentos da Terra.....	155
Figura A37 – Movimento de rotação.....	155
Figura A38 – Movimento rotação – sucessão dos dias e noites.....	156
Figura A39 – Equinócios e solstícios.....	156
Figura A40 – Equinócio.....	157
Figura A41 – Inclinação do eixo de rotação da Terra.....	158
Figura A42 – Solstícios.....	159
Figura A43 – Solstícios.....	159
Figura A44 – Solstícios equinócios.....	160
Figura A45 – Translação/solstícios e equinócios.....	160
Figura A46 – Modelo precessão dos equinócios.....	161
Figura A47 – Precessão dos equinócios.....	162
Figura A48 – Montagem modelo precessão dos equinócios.....	163
Figura A49 – Rotação de um pião.....	164
Figura A50 – Movimento de precessão.....	164
Figura A51 – Precessão dos equinócios.....	165
Figura A52 – Ilustração divulgada pela NASA sobre a precessão dos equinócios.....	166
Figura A53 – Modelo insolação.....	167
Figura A54 – Demonstração de irradiação térmica.....	169
Figura A55 – Demonstração de irradiação térmica.....	169
Figura A56 – Fluxo de luz solar.....	170
Figura A57 – Variação da radiação solar.....	172
Figura A58 – Esquema sobre insolação.....	172
Figura A59 – Radiação solar sobre a superfície da Terra, varia com a latitude.....	173
Figura A60 – Modelo proposto de variação angular e Arduino.....	174

Figura A61 – Radiação solar em 30 graus e sua área iluminada.....	174
Figura A62 – Radiação solar em 60 graus e sua área iluminada.....	175
Figura A63 – Radiação solar em 90 graus e sua área iluminada, maior concentração de energia.....	175
Figura A64 – Modelo proposto para demonstração de variação angular solar, Arduino e anteparo.....	176
Figura A65 – Modelo sobre insolação e Arduino.....	176
Figura A66 – Por meio do tato o aluno cego reconhece área maior, menor concentração de energia.....	177
Figura A67 – Professor utilizando o anteparo para acionamento do sensor do Arduino.....	177
Figura A68 – Fluxo de luz solar.....	178
Figura A69 – Linha do Equador, Trópicos e círculos polares.....	179
Figura A70 – Linha do Equador, Trópicos e círculos polares.....	180
Figura A71 – Energia solar incidindo na superfície da Terra em dois momentos.....	181
Figura A72 – Energia solar incidindo na superfície da Terra em dois momentos.....	181
Figura A73 – Fonte de luz direcionada para a Terra.....	182
Figura A74 – Fonte de luz direcionada para a Terra.....	182
Figura A75 – Região polar.....	183
Figura A76 – Região do Equador.....	183
Figura A77 – Região polar.....	184
Figura A78 – Variação da altura do Sol com a latitude. Área com a luz solar mais espalhada.....	184
Figura A79 – O Arduino aciona leds, o acendimento é proporcional às frequências sonoras produzidas.....	185
Figura A80 – Raios solares, ao atingirem a superfície da Terra verticalmente, são mais concentrados.....	185
Figura A81 – Leds acesos.....	186
Figura A82 – Raios solares, ao atingirem a superfície da Terra verticalmente, são mais concentrados.....	186
Figura A83 – Máxima aproximação, maior frequência sonora e todos os leds acesos.....	187
Figura A84 – Fonte de luz iluminando a Terra.....	187
Figura A85 – Modelo tátil – Estações do Ano.....	188

Figura A86 – Conexão de PVC “T” utilizado na montagem, para demonstração do movimento de translação.....	190
Figura A87 – O ângulo de 23,5 graus que corresponde a inclinação do eixo de rotação da Terra.....	190
Figura A88 – Posicionamento do eixo de rotação, durante o período de translação.....	191
Figura A89 – Placa com botões controladores.....	192
Figura A90 – Verão.....	193
Figura A91 – Outono.....	193
Figura A92 – Inverno.....	194
Figura A93 – Primavera.....	194
Figura A94 – Modelo tátil Estações do Ano e Arduino.....	195
Figura A95 – Modelo tátil Estações do Ano e Arduino.....	196
Figura A96 – Equinócio.....	197
Figura A97 – Variação dos ângulos de incidência da luz solar.....	197
Figura A98 – Março e setembro.....	198
Figura A99 – Translação da Terra em torno do Sol durante o ano e a presença dos equinócios e solstícios.....	198
Figura A100 – Solstícios – Junho e dezembro – Hemisfério Sul.....	199

SUMÁRIO

Objetivos Gerais.....	117
Tema 1: Sistema Solar.....	121
Apoio ao Professor: Formação do Sistema Solar.....	122
Tema 2: Sistema de Medidas.....	125
Apoio ao Professor: Uma breve história da criação do metro.....	130
Tema 3: Sistema de Medidas.....	133
Apoio ao Professor: Distâncias Astronômicas.....	137
Tema 4: Gravitação Universal.....	142
Apoio ao Professor: Lei da Gravitação Universal.....	146
Tema 5: Movimentos dos Planetas.....	147
Apoio ao Professor: Rotação e Revolução.....	147
Apoio ao Professor: A rotação da Terra.....	155
Apoio ao Professor: Solstícios e equinócios.....	158
Tema 6: Movimentos da Terra.....	161
Apoio ao Professor: Movimento de precessão dos equinócios.....	163
Tema 7: Insolação.....	167
Apoio ao Professor: Processo de irradiação térmica.....	168
Apoio ao Professor: Fluxo de luz solar.....	171
Apoio ao Professor: A Terra.....	180
Tema 8: Estações do Ano.....	188
Apoio ao Professor: Revolução.....	196
Referências.....	201

Objetivos Gerais

Este produto Educacional tem como objetivo propor o uso de materiais táteis para o ensino de Astronomia para alunos cegos e com baixa visão. A proposta se fundamenta na construção de modelos táteis a partir de materiais de baixo custo e que torne o aprendizado dessa ciência mais eficaz e que possibilite modificar a prática pedagógica, assim unindo a verbalização e sua adequação, no sentido da utilização de novos recursos didáticos para a prática docente. Nesse contexto a aprendizagem para o público com deficiência visual ganha significado, uma vez que ele passa a ser o protagonista do seu aprendizado, atribuindo a ele a autonomia ao ser estimulado a se relacionar com um material concreto. O aluno cego tem a mesma capacidade cognitiva que os alunos videntes, ele só não enxerga, o que torna tão importante a busca de recursos e estratégias que possibilitem esse movimento, pautada em uma didática multissensorial. O presente produto educacional apresenta alternativas em modelos táteis confeccionados e estratégicos para a inclusão de alunos com deficiência visual ou não de acordo com a Lei

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), no 9.394/96 (Brasil, 1996), no Capítulo III, art. 4º, inciso III, diz que é dever do Estado garantir o “atendimento educacional especializado gratuito aos educandos com deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino”.

A proposta desse produto educacional é oferecer condições e promover o desenvolvimento de kits e recursos de materiais didáticos e táteis para o ensino de Astronomia apresentada no formato tridimensional, dando especial atenção aos formatos de suas construções especialmente quando apresentadas em alto relevo. Três aspectos aplicados por esse produto são fundamentais para que o ensino de Astronomia não ocorra de forma abstrata: Percepção tátil, percepção auditiva e uso da tecnologia. Todos os modelos táteis projetados e construídos para esse produto educacional, objetivando o ensino de Astronomia para alunos cegos e com baixa visão, estão todos fora de escala, tamanhos e distâncias exagerados e cores fantasia. O fundamental é o entendimento do conceito. O rigor matemático em demonstrações e deduções de fórmulas não será fator determinante para sua aplicação, ficando a critério do professor uma abordagem mais elaborada se assim for necessário.

Percepção Tátil: Esses módulos foram pensados, elaborados e confeccionados com materiais de maneira a fornecer o maior número de informações possíveis sobre os conceitos trabalhados.

Percepção Auditiva: A interpretação de sons é fundamental para a comunicação, informação e compreensão do ambiente que nos rodeia.

Tecnologia: No produto educacional, o uso do instrumental tecnológico (Arduino) tem função das mais importantes. Por meio do Arduino foi possível a reprodução de sons durante a aplicação dos modelos táteis.

A Astronomia e a Matemática sempre estiveram relacionadas, desde a Antiguidade ela foi utilizada, e através dela foi criada a trigonometria esférica, usada pelos babilônios. Os gregos, por sua vez, utilizaram a matemática para criação de modelos geométricos. Portanto, o instrumental matemático com suas formulações e seu alinhamento com a Física trouxeram várias contribuições utilizadas até hoje. Por exemplo, utilizando cálculos matemáticos, Aristarco de Samos calculou a distância entre a Terra-Sol-Lua, baseando seus cálculos na posição destes astros em um eclipse lunar. Muitos outros grandes astrônomos e matemáticos desenvolveram fórmulas matemáticas a fim de desvendar os mistérios do Universo. A influência da Matemática à Astronomia e vice-versa pode ser notado nos conteúdos mais simples, como por exemplo, na geometria e trigonometria, onde ambas estão profundamente ligadas aos estudos da Astronomia. Usando semelhanças de triângulos e relações métricas do triângulo retângulo pode-se prever determinados fenômenos, como eclipses e distâncias (BANDEIRA, 2017).

Eratóstenes de Cirênia (276-194 a.C.) foi o primeiro a medir o diâmetro da Terra, além de calcular com êxito a área superficial e o volume da Terra (Figura A1)

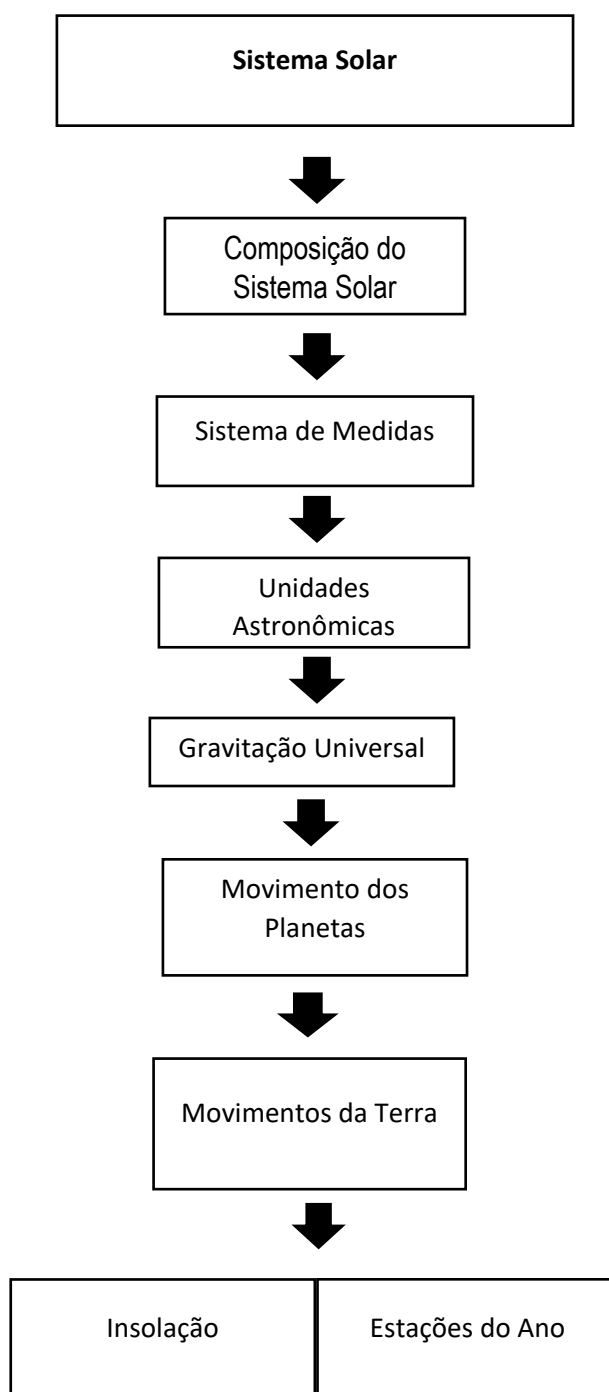
Figura A1 – Eratóstenes de Cirênia



Fonte: Astronomia Real

Mapa Conceitual

Os Tópicos de Astronomia foram elaborados primando os conceitos básicos do Sistema Solar, a partir dele é abordado a composição do Sistema Solar e a formação do Sistema Solar. A Astronomia faz uso contante de medidas, o conhecimento inicialmente do sistema métrico decimal é muito importante para compará-las com as unidades de medida Astronômicas, Gravitação Universal, que trata da força de atração entre corpos massivos, Movimento dos Planetas, formam a base para compreensão dos sistemas: geocêntrico e heliocêntrico e Movimentos da Terra, tratam da iluminação dos hemisférios e as estações do ano.



Os temas propostos estão dispostos em 08 temas que estão em consonância com o mapa conceitual, onde atividades são propostas. Todos os temas contemplam textos de apoio ao professor.

Tema 1: Sistema Solar

Aula 1: Composição do Sistema Solar

Objetivo: Promover uma breve discussão do Sistema Solar e seus constituintes: o Sol (estrela), os planetas (rochosos e gasosos) e a Lua (satélite natural da Terra). Planetas-anões, asteroides, cometas e pequenos corpos (meteoroides) completam o conjunto de corpos que integram o Sistema Solar. Embora esses demais corpos não estejam demonstrados no modelo tátil proposto (Figura A2), eles poderão ser objeto de estudos posteriores complementares.

Número de aulas: 01

Duração: 45 min.

Material:

Esfera de isopor (250mm de diâmetro) para representar o Sol;

Massa epóxi para modelar e representar o planeta Mercúrio;

Bolas de isopor de diferentes diâmetros para representar os demais planetas;

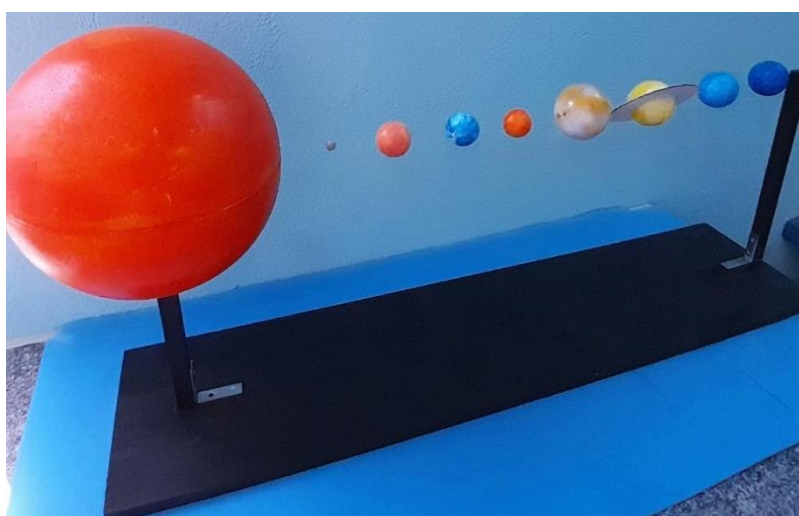
Tinta guache para pintar o Sol e os demais planetas;

Papelão;

Cola branca;

Fio de nylon.

Figura A2 – Sistema Solar



Fonte: Autor – Composição do Sistema Solar e distâncias fora de escala.

Os planetas do Sistema Solar são Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Plutão é um planeta anão, mas há outros. Excetuando Mercúrio e Vênus, os demais planetas têm satélites. Em geral, os asteroides são menores do que os planetas anões, mas podem ser maiores do que os cometas. Os quatro primeiros planetas são rochosos e os quatro últimos são gasosos.

Montagem: Pintar a esfera de isopor (250mm). Esta representará o Sol. Moldar com massa epóxi o planeta Mercúrio. Já para os planetas Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno utilizar as bolas de isopor diferentes. Usar uma bola de isopor um pouco maior que as demais para representar o planeta Júpiter. Um disco feito de papelão servirá para representar os anéis do planeta Saturno.

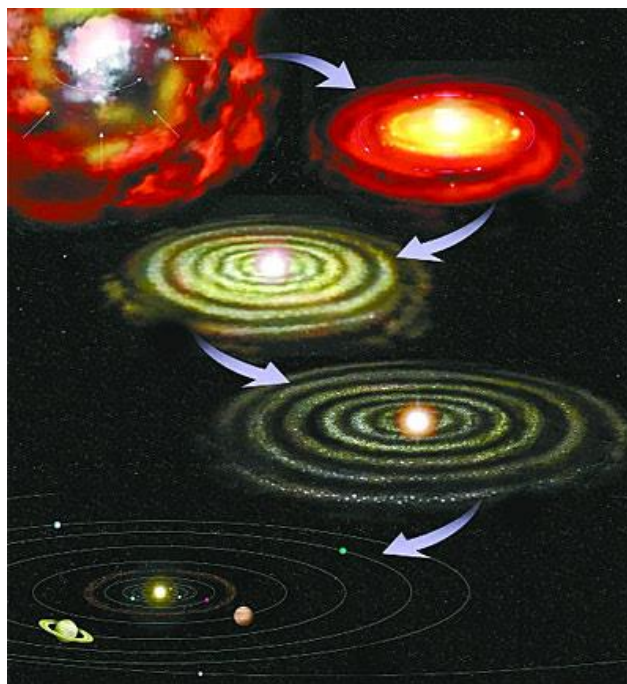
Manuseio: Com o modelo proposto, conforme Figura A2, o professor pode explorar a sequência dos planetas a partir do Sol. É importante informar ao aluno que os tamanhos (diâmetros) dos planetas estão fora de escala, assim como as distâncias entre eles também estão fora de escala.

Apoio ao Professor: Formação do Sistema Solar

Nebulosa Solar Primordial (surgimento de uma estrela): essa teoria foi sugerida por Immanuel Kant (1724-1804), filósofo alemão, e o matemático francês Pierre-Simon de Laplace (1749-1827). A Nebulosa Solar, assim denominada era formada por uma imensa nuvem de gás e poeira e que entrara em colapso gravitacional sobre si, promovendo o acúmulo de matéria, tornando sua parte central densa e opaca, impedindo, assim, que a radiação escapasse. Na região central vai se formando o Sol e a matéria circundante forma um disco, a partir do qual formam-se planetas e demais objetos. Seguido ao colapso da nuvem, ocorreu seu resfriamento. Em 1945, o físico alemão Carl Friedrich Freiherr von Weizsäcker (1912-2007), desenvolveu a hipótese nebular, que descreve a formação dos planetas a partir do material (poeira e gás) do disco. Com o resfriamento da nuvem, surgiram os planetesimais, que são agregados de matéria, cuja composição química dependia da distância deles em relação ao Sol, e sendo as regiões externas do disco as de temperaturas mais baixas, materiais voláteis se condensaram, ocorrendo o contrário nas regiões mais internas onde a temperatura era alta, houve a perda dos materiais voláteis. Por conta da gravidade, a massa foi se acumulando em objetos maiores chamados planetesimais. Estes se agregaram e formaram núcleos planetários. Na parte externa do disco, os núcleos planetários cresceram rapidamente, acumulando material rochoso e gases de

diferentes espécies, dando origem aos planetas gasosos. Júpiter e Saturno, os maiores, acumularam muito hidrogênio e hélio. Urano e Netuno acumularam gases mais densos. Na parte interna do disco, região próxima do Sol que estava se formando, surgiram os planetas terrestres Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.

Figura A3 – Contração Nebular e Formação de Planetas



Fonte: *Ciencias del mundo contemporáneo*

Portanto, no Sistema Solar, temos os seguintes planetas:

Planetas Rochosos ou Telúricos: São compostos por rochas e metal; Rotação lenta e superfície sólida - **Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.**

Planetas Gasosos ou Jovianos: Compostos predominantemente de **H e He** (casos de Júpiter e Saturno) ou gases mais densos (casos de Urano e Netuno); rotação rápida, atmosfera espessas e densas; eles possuem vários satélites.

Planetas-Anões: São objetos rochosos, os maiores com espécies químicas congeladas, com formato praticamente esférico, que orbitam o Sol, mas são menores do que os planetas. A maioria deles situam-se nas regiões adiante de Netuno.

Satélites naturais: São corpos celestes que orbitam planetas e planetas-anões. A Lua é o satélite natural da Terra.

Asteroides: São astros relativamente pequenos que orbitam o Sol (como os planetas), a maior parte está concentrada no Cinturão Principal, entre as orbitas dos planetas Marte e Júpiter.

Cometas: São corpos pequenos (com até algumas dezenas de quilômetros) que possuem em sua composição espécies químicas congeladas (sobre tudo água) e material rochoso. Eles têm órbita ao redor do Sol em forma de elipse bem longa; quando se aproximam do Sol o calor provoca a sublimação do gelo e produzindo as comas e as caudas.

Meteoroides: São fragmentos de pequenos tamanhos, formados por rochas e/ou metais espalhados no espaço.

Meteoros: Popularmente chamados como “estrelas cadentes”, são rastros luminosos efêmeros, provocados pela queda de fragmentos de rochas ou metais. Quando penetram na atmosfera da Terra, esses fragmentos sofrem a ação do atrito, podendo ocorrer sua desintegração total ou parcial. Da ação do atrito gera luz, riscando o céu noturno.

Meteorito: Quando o meteoróide sobrevive a passagem pela atmosfera da Terra e atinge o solo, a rocha é denominada meteorito

Tema 2: Sistema de Medidas

Aula 1: Sistema Métrico Decimal

Objetivo: Astronomia é a Ciência que estuda tudo o que há além da atmosfera terrestre. Para tanto, são utilizados telescópios de solo ou espaciais, satélites e sondas espaciais, além de instrumentação auxiliar. Em Astronomia, medidas como comprimento, ângulos e tempo trazem um conjunto de informações que permitem estudar a dinâmica do movimento dos astros. Assim, é fundamental discutir escala e unidade de medidas. As dimensões e distâncias usadas no cotidiano são muito pequenas se comparadas às astronômicas. O objetivo principal é levar o aluno a perceber a importância dos conceitos de escala e unidades e suas aplicações, iniciando com o sistema métrico decimal que utilizamos em nosso cotidiano.

Número de aulas: 02

Duração: 45 min.

Material:

Fita métrica (utilizada em costura);

Miçangas 5 mm pretas (vendida em armarinhos/aviamentos);

Régua plástica transparente de 30 cm;

Régua em PVC 100cm (régua balcão);

Corde de sisal 100 cm comprimento x 10mm diâmetro (medida maior dificulta o manuseio para atividade);

Folha de sulfite branca;

Cabo de vassoura ou pedaço de madeira comprida (2 cm x 100 cm);

Linha de lã (preta ou vermelha);

Papelão;

Espeto de madeira para churrasco (retirar a ponta);

Paquímetro e cola branca.

Montagem: Para utilização da fita métrica: utilizar as miçangas e colá-las em intervalos de 1 cm até 10 cm. Se possível, utilizar fita métrica na cor amarela com numeração estampada na fita em preto, esse procedimento utiliza o uso de contraste (preto com fundo amarelo) e ajudará os alunos com baixa visão. O mesmo procedimento deve ser feito com a régua de PVC. Para régua plástica: recortar a folha de sulfite branca nas mesmas dimensões da régua e colá-la na parte de trás da régua (novamente o uso do contraste preto com fundo branco). Para utilização

do cabo de vassoura, o professor pode fazer demarcações no cabo de vassoura ou no pedaço de madeira comprida, utilizando para isso uma serra e gravando sulcos no cabo de vassoura com diferentes intervalos de comprimento, depois utilizar pedaços da linha de lã e colar nos sulcos feitos com a serra. O professor pode pintar o cabo de vassoura na cor amarela. Para o uso do papelão: recortar o papelão na forma de um quadrado 20 cm x 20 cm e pintar na cor amarela. Colar no mesmo um pequeno pedaço do espeto de madeira para churrasco (4 cm) e pintar esse pedaço na cor preta.

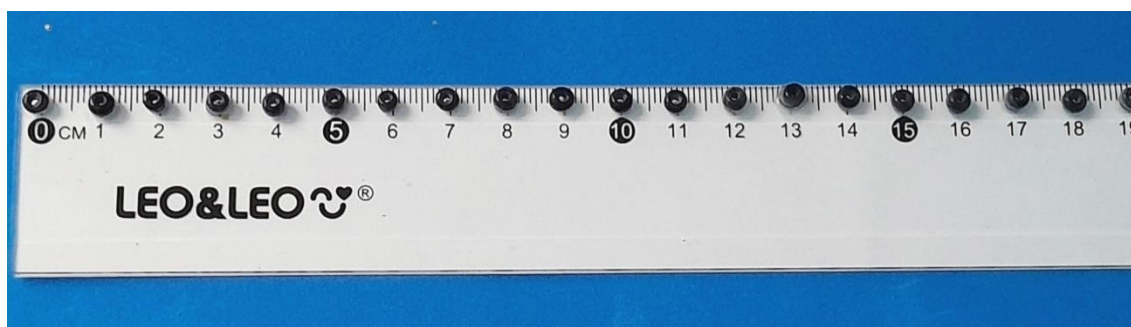
Figura A4 – Fita métrica com miçangas



Fonte: Autor

Colaboração da professora cega: Usar fita métrica e colar “meia-pérola” preta em intervalos iniciais de 1cm até 10 cm, depois ir aumentando esses intervalos também colando as “meia-pérolas” pretas, esse procedimento ajuda na tarefa de medição. Foi usado fita métrica de fundo amarelo e meia-pérola” preta (contraste).

Figura A5 – Régua plástica com marcações



Fonte: Autor

Figura A6 – Cabo de Vassoura/madeira comprida com sulcos (marcações)



Fonte: Autor

Figura A7 – Papelão quadrado



Fonte: Autor

Figura A8 – Paquímetro



Fonte: Autor

1 - Atividade Prática: O professor deverá propor para os alunos medirem o comprimento da mesa da sala de aula, lousa, largura da porta, utilizando como medida o palmo. Anotar esses valores em uma tabela. Utilizando a mesa da sala como referência, medir a distância dela até a porta da sala, utilizando o palmo para mensurar. Anotar esses valores em uma tabela. Com essa atividade é esperado que os alunos percebam que os valores obtidos ao utilizarem o palmo como instrumento de medida são diferentes, pois o “palmo” difere de pessoa para pessoa.

Para discussão: A partir dos dados das tabelas propor a discussão entre os alunos perguntando: As medidas (mesa, lousa, largura da porta, ...) realizadas por todos os alunos foram iguais? Se foram iguais, que fator foi determinante para essa igualdade? Se foram diferentes, o que foi determinante para essa diferença?

2 - Atividade Prática: O professor, utilizando a corda de sisal, fará nós a diferentes distâncias, inicialmente com distâncias maiores entre um nó e outro. Pedir aos alunos que meçam as distâncias entre os nós (provavelmente irão medir com o palmo) e anotar esses valores em uma tabela. No segundo momento o professor deverá diminuir a distância entre os nós. Propor aos alunos que meçam essas distâncias. Com essa atividade é esperado que os alunos sintam a dificuldade em utilizar o palmo para medir distâncias menores.

Para discussão: Os valores medidos para distâncias entre os nós, nas duas situações foram iguais? Houve dificuldade para medir as distâncias menores entre os nós?

3 - Atividade Prática: Nessa atividade, o professor deverá propor aos alunos medirem os mesmos objetos e distâncias propostas na atividade 1, desta vez com utilizando uma fita métrica com miçangas. Anotar os valores em uma tabela. É esperado que ao final dessa atividade os alunos percebam que o uso por todos de um único instrumento de medida (fita métrica) aproxime para uma leitura praticamente igual.

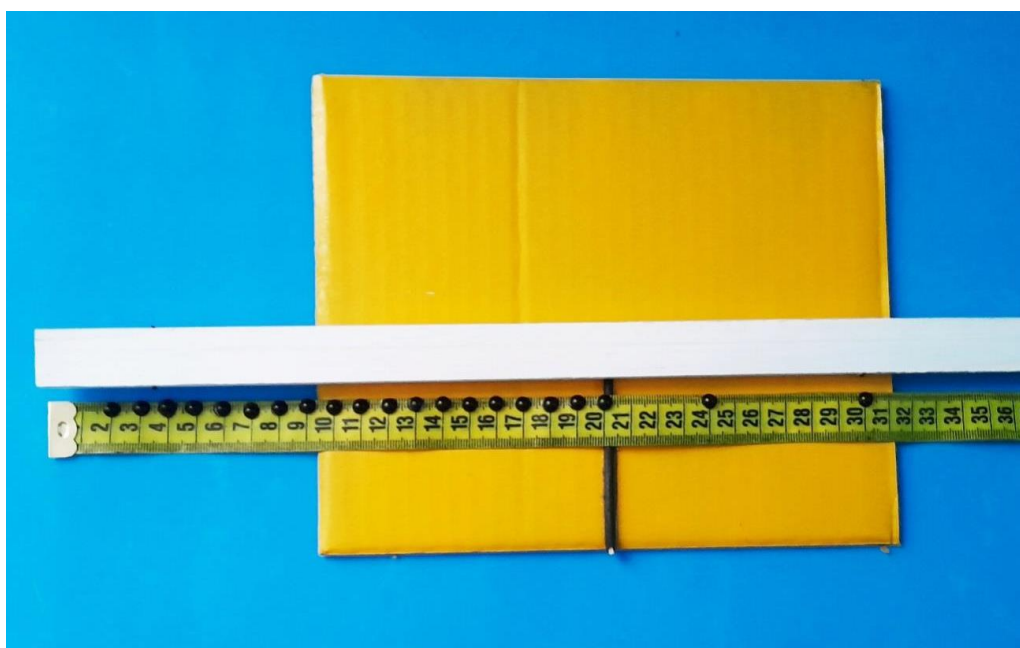
Para discussão: A partir dos dados das tabelas propor a discussão entre os alunos perguntando:

Os valores das medidas realizadas foram todos iguais? Entre as primeiras medições e a segunda, houve alguma dificuldade? Qual dos dois momentos de medidas foi mais prático e confiável? E se medirmos com uma régua de PVC, os valores serão os mesmos?

4 - Atividade Prática: O professor fazendo o uso do cabo de vassoura/pedaço comprido de madeira com marcações, solicitar aos alunos que realizem as medidas nas marcações (sulcos/linha de lã), utilizando para isso a fita métrica com miçangas. Anotar esses valores em uma tabela. É esperado que os alunos cegos/baixa visão identifiquem essas marcações, por isso é muito importante o uso do contraste para alunos com baixa visão (fundo branco com marcação). Professor, o uso do contraste é fundamental em todas as etapas das atividades.

5 - Atividade Prática: Nessa atividade, o professor irá propor aos alunos o uso da régua deslizante com sulcos (Figura-A6). O professor ou os alunos deslizarão a régua (branca sem numeração) que se encontra apoiada na haste vertical (preta) na placa de papelão. A cada ponto parado, a haste será a marcação final de cada medida que será realizada com a fita métrica. Anotar os valores em uma tabela. É esperado com essa atividade que os alunos pratiquem e tenham a experiência na leitura de medidas do sistema métrico decimal.

Figura A9 – Realizando Medições – régua deslizante com sulcos.



Fonte: Autor

6 - Atividade Prática: Nessa atividade, o professor proporá aos alunos medirem o diâmetro de duas moedas: R\$1,00 e outra de R\$0,05 usando a fita métrica ou régua plástica com marcações. Anotar esses valores em uma tabela. Em seguida, o professor irá apresentar o paquímetro aos alunos e fornecer informações de como utilizá-lo. Solicitar aos alunos que façam a medição do diâmetro das moedas, agora utilizando o paquímetro. Anotar esses valores em uma tabela. Espera-se com essa atividade que o aluno perceba a precisão dos instrumentos utilizados, bem como sua adequação e uso para realizar medições.

Para discussão: Usando o palmo como instrumento de medida, poderia medir a distância entre duas cidades? Usando a fita métrica, em intervalos de cm, poderia medir a distância entre duas cidades? Ao medirmos as dimensões de uma lajota para piso, posso utilizar o palmo ou uma fita métrica. Você usaria qual método e por quê? Posso medir o diâmetro de um tubo de PVC com uma régua ou paquímetro? Qual deles tem uma melhor precisão?

Apoio ao Professor: Uma breve história da criação do metro

A todo tempo estamos à volta com medidas, sejam elas para verificarmos a hora do dia, o tempo que levamos para ir da casa à escola, a dosagem de um medicamento a ser tomado, nosso peso, nossa altura, distância entre cidades, a quantidade de km que nosso carro faz por litro de combustível... Enfim, estamos o tempo todo medindo e fazendo comparações. Felizmente possuímos instrumentos e unidades de medidas que facilitam nossa vida a expressar numericamente, facilitando a comunicação entre os povos. Contudo, nem sempre foi assim. Na antiguidade, o homem usava partes do corpo como instrumento de medida e adotava valores e os definia como padrão. Os egípcios, por exemplo, utilizavam como unidade de medida a distância do cotovelo à ponta do dedo médio, conhecido então como cúbito. Mas isso causou muita confusão entre os povos ao usarem o cúbito como unidade padrão, pois as pessoas têm medidas corporais diferentes, posteriormente os egípcios resolveram utilizar barras de pedra em suas medidas, assim criando o cúbito-padrão. A ideia em medir terras foi criada também pelos egípcios. Eles utilizavam cordas, com nós espaçados igualmente, o que facilitou a medida da extensão de terras, uma vez que pagavam impostos ao faraó, e ao que se sabe surgiu aí a ideia da trena que utilizamos hoje.

A Revolução Francesa (1789-1799) marcou o fim da monarquia e a ascensão da república, nesse período foi criado o metro-padrão, que era definido como a décima milionésima parte da distância entre o Polo Norte e o Equador, medida pelo meridiano que

passa pela cidade de Paris, na França. Por meio de cálculos essa medida foi então transferida para uma barra de platina com seção transversal retangular. A distância entre dois pontos dessa barra passou a ser chamado de metro-padrão. Essa barra foi substituída em 1899, por outra em formato de “X” cuja composição continha platina e irídio.

Figura A10 – Polo Norte e o Equador



Fonte: Só Biologia

Figura A11 – Barras com seção transversal em “X”



Fonte: Departamento de Odontologia Restauradora

Atualmente, o metro está definido como sendo “a distância linear percorrida pela luz no vácuo, durante um intervalo de $1/299.792.458$ segundo”. A unidade padrão metro e seus múltiplos quilômetro (km), hectômetro (hm) e decâmetro (dam), e os submúltiplos decímetro (dm), centímetro (cm) e milímetro (mm), são amplamente utilizados em nosso cotidiano, para medidas simples, tais como: distância entre cidades, altura de uma parede, comprimento de uma mesa, distância entre os olhos, medição da tela de tv, altura de um piso etc. Tais unidades e valores são perfeitamente compreensíveis e facilmente utilizados para cálculos aqui na Terra. No entanto, em Astronomia, os cientistas não utilizam como padrão o sistema métrico decimal,

pois os objetos celestes encontram-se a distâncias enormes para o seu uso, o que torna impraticável, passivo de erros e interpretação equivocada dos valores obtidos.

Tema 3: Sistema de Medidas

Aula 1: Distâncias Astronômicas

Objetivo: Proporcionar ao aluno o conhecimento das unidades de medidas utilizadas em Astronomia, sua utilização e métodos nos cálculos das distâncias de corpos celestes, devido as grandes distâncias que nos separam desses objetos. Assim, é necessário expressar essas distâncias em unidades convenientes, já que o uso do sistema métrico decimal torna impraticável a aplicação e os cálculos dessas distâncias que são muito grandes se comparado ao que estamos habituados a utilizar em nosso cotidiano. Mostrar também ao aluno que, embora as distâncias que nos separam desses astros sejam gigantescas, podemos fazer uso de maquetes e representações gráficas utilizando modelos escalonados.

Número de aulas: 01

Duração: 45 min.

Figura A12 – Maquete Sol – Terra



Foto: Autor – Distância Sol – Terra fora de escala. Cores fantasia

Material:

Bola de isopor 25 cm de diâmetro (250mm);

Base de madeira;

Haste de madeira ou tubo de PVC;

Alfinete de costura;

Tinta guache cores amarela e vermelha;

Tinta esmalte branca;

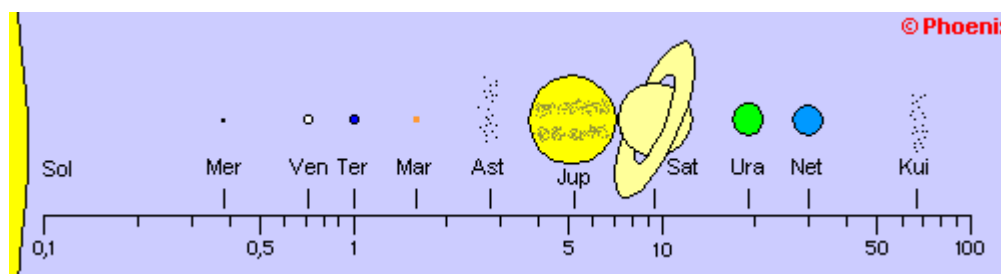
Cola branca.

Montagem: Quando se propõe a construção de uma maquete do Sistema Solar, dois fatores devem ser considerados: a distância entre os astros e o tamanho deles. Na representação da fig.86 é proposto uma escala logarítmica para distância. Aqui é importante o professor esclarecer ao aluno a diferença entre escala linear e a escala logarítmica.

Escala linear: Significa que a distância entre dois pontos é sempre a mesma. Por ex: nossa régua plástica com marcações da Figura A5, ele possui espaçamentos equidistantes, ou seja, a partir do zero na escala, os intervalos entre os pontos são regulares.

Escala logarítmica: É um sistema de representação que utiliza logaritmo, cujas distância entre os pontos de um gráfico, não são equidistantes. Observando a Figura A13 nota-se que na construção do gráfico, os valores entre os pontos não são equidistantes, foi utilizada a escala logarítmica na base 10, sua utilização facilita a representação em decorrência das distâncias astronômicas serem muito grandes.

Figura A13 – Ex. Maquete Sistema Solar em escala logarítmica



Fonte: Phoenix: Observatório Astronômico

Na maquete proposta, Sol/Terra foi construída com base no tamanho do Sol na forma escalar e assim obtidos os tamanhos dos planetas. No site do Phoenix: Observatório Astronômico, o professor encontrará uma calculadora que fornecerá os tamanhos em mm dos planetas a partir do tamanho do Sol (mm) e as distâncias em m (metros) que os separam do Sol, para construção da maquete. No nosso modelo, o Sol está representado por uma esfera de isopor de 250 mm diâmetro e a Terra representada pela “cabeça” do alfinete de costura, cerca de 2,29 mm de diâmetro.

Para discussão: É possível desenhar em tamanho real em uma folha de sulfite tipo A4, a porta da sala de aula?

Por que os mapas geográficos são representados em livros, revistas ou jornais em menor tamanho?

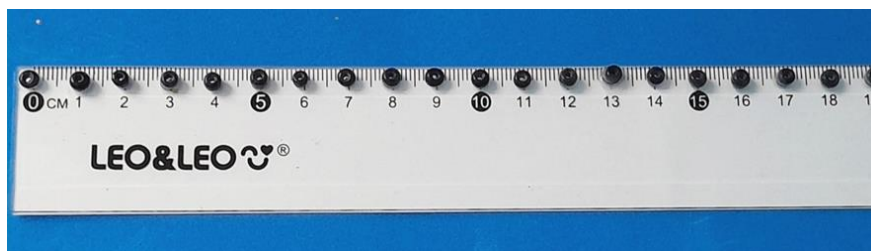
Atividade Prática: O professor deverá distribuir aos alunos folhas de papel sulfite branca tipo A4, fita métrica com miçangas e régua plástica com marcações.

Figura A14 – Fita métrica com miçangas



Fonte: Autor

Figura A15 – Régua plástica com marcações



Fonte: Autor

Num primeiro momento, o professor deve propor aos alunos que realizem as medidas de comprimento e largura dos seguintes objetos: porta da sala de aula, da lousa, o comprimento do corredor que dá acesso às salas de aula e que construam uma tabela com esses valores. Em seguida, solicitar aos alunos que desenhem os materiais medidos na folha de sulfite com as medidas anotadas na tabela.

Para discussão: O desenho em tamanho real dos objetos medidos pode ser transferido para a folha? O tamanho da folha é o adequado?

Objetivo dessa atividade é mostrar ao aluno a impossibilidade de desenhar os objetos em tamanho real para a folha sulfite e que mesmo utilizando uma folha de maior tamanho o processo é inviável.

Perguntar aos alunos quais as possíveis soluções que eles tomariam para resolver a situação. Após essa etapa o professor pode introduzir o conceito de escala numérica.

Escala numérica

A escala numérica indica a relação entre as dimensões do espaço real e do espaço representado, por meio de uma proporção numérica. Por exemplo, numa escala 1:100 000, 1 centímetro medido no mapa representa uma distância de 100 000 centímetros ou 1 quilômetro na superfície terrestre.

A informação da escala acima também pode ser expressa da seguinte maneira:

$$\frac{1}{100.000}$$

O numerador 1 indica que estamos reduzindo o objeto, caso fosse uma ampliação este seria maior do que 1 e se fosse o tamanho real esse numerador seria 1.

Fórmula da escala numérica

Figura A16 – Escala numérica

$$FE = \frac{\textit{Dimensão da imagem do objeto}}{\textit{Dimensão real do objeto}}$$

Fonte: Info Enem

Ex: Tem-se uma tampa de madeira com as seguintes medidas: 150 cm x 60 cm e desejamos desenhar essa tampa de madeira em uma folha de sulfite usando uma escala numérica, cujo comprimento desejado é de 5cm. Usando a fórmula para determinarmos a escala conveniente, temos que:

$$FE = \frac{\text{Dimensão da imagem do objeto}}{\text{Dimensão real do objeto}}$$

$$\frac{1}{E} = \frac{5}{150}$$

$$E = \frac{1}{30}$$

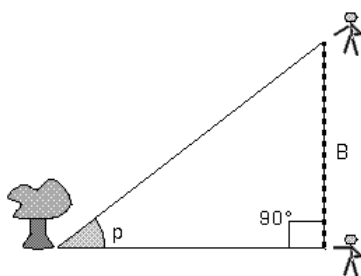
Ou seja, em nossa escala cada 1 cm representa 30 cm no comprimento real. Então, o comprimento da mesa no desenho será de 5 cm e a largura 2 cm. O mesmo procedimento pode ser usado para determinar o fator de escala entre distâncias.

Apoio ao Professor: Distâncias Astronômicas

Muitas vezes, em nosso dia-a-dia, utilizamos expressões verbais em figuras de linguagem para demonstrar nossos sentimentos, emoções, estado de saúde, expressões tais como: “estou radiante de alegria”; de saúde”, “estou ardendo em febre”; ou “os juros do cartão de crédito estão astronômicos”. Nesta última expressão, fica evidente que a prática dos juros está muitíssimo “alta” e, a depender do tempo de inadimplência, sua quitação torna-se cada vez mais difícil. No caso da Astronomia podemos fazer uma analogia das expressões acima citadas, com a distância de corpos celestes que compõem o Universo, por exemplo. Vejamos: quando nos referimos que a distância entre duas cidades A e B é em km, é perfeitamente compreensível que estamos nos referindo o quão longe ou perto as duas se encontram uma da outra. Pois estão dentro do campo da percepção, compreensão e interpretação do nosso cérebro que é capaz de processar tais informações, e por meio da verbalização conseguimos transmiti-la de maneira eficaz pois trata-se de uma linguagem de uso comum em nosso cotidiano. Mas em Astronomia o uso de unidades de medidas para indicar distâncias como km é limitado, por exemplo, distância média do planeta Terra ao Sol, podemos expressá-la em km, já a distância da Terra à estrela mais próxima de nós (depois do Sol), Próxima Centauri, está localizada a 4,3 anos-luz de distância o equivalente a $4,068 \times 10^{13}$ nota-se nesse exemplo que a distância em km, está expressa na base 10. Passando para a forma decimal, temos: 40.680.000 000 000 *km*!!!!!! , o que torna impraticável e difícil o uso e compreensão em nosso cotidiano aqui na Terra. A Astronomia possui um sistema de unidades de medidas de distâncias, adequado e padronizado para sua utilização quando as medidas envolvidas entre os astros celestes vão além do limite de nossa compreensão. Para medir distâncias entre planetas dentro do Sistema Solar é a **Unidade**

Astronômica (UA), que é a distância média da Terra ao Sol cujo valor é 149.600.000 km ou $1,496 \times 10^8$ km. Quando o assunto são estrelas, suas distâncias são ainda maiores. Logo, a UA já não tem mais sentido. Usa-se então o **ano-luz** (al). Ano-luz, ao contrário do que muitos imaginam, não se trata de medida de tempo e sim de distância, equivale ao percurso do raio de luz que viaja pelo espaço durante um ano. 1 ano-luz é igual a 460.800.000.000 quilômetros (ou 9 trilhões, quatrocentos e sessenta bilhões e oitocentos milhões de quilômetros) ou $9,46 \times 10^{12}$ km. Para medir distância de corpos celestes que se encontram mais longe ainda, os astrônomos criaram o **parsec** (pc). **Parsec**, *parallax secundus* e equivale a 206.265 UA e a 3,26 al. Um método muito utilizado para medir grandes distâncias é o de utilizar a trigonometria. Pode-se, por meio desse método, determinar a distância de um objeto quando observado de dois pontos diferentes. Usando as relações métricas do triângulo retângulo teremos o seguinte:

Figura A17 – Trigonometria no triângulo retângulo

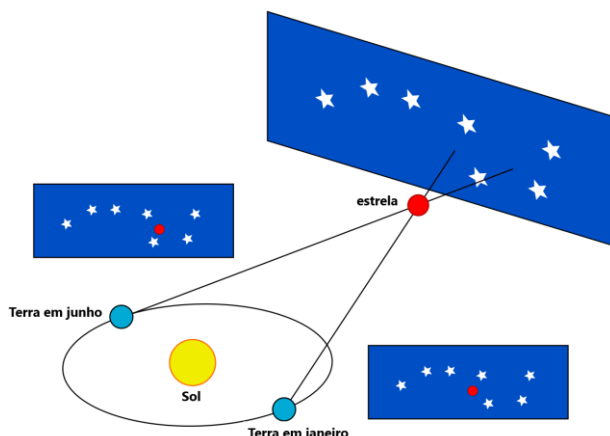


Fonte: Observatório Educativo Itinerante

Onde: B é chamada linha de base; p é o ângulo de paralaxe.

Os astrônomos utilizam esse mesmo instrumental matemático para o cálculo de distâncias enormes entre estrelas, trata-se da **paralaxe trigonométrica**, que significa a mudança aparente de um objeto a depender do ponto de vista do observador. A Figura A18 ilustra o efeito de paralaxe decorrente da revolução da Terra em torno do Sol: A determinação da distância da estrela é por meio de triangulação.

Figura A18 – Paralaxe Trigonométrica



Fonte: Adaptado de astroparsec.com

Atividade prática

Como atividade prática, o professor pode fazer uso do Transfátal Figura A19, em que o aluno vai obter os conceitos básicos sobre ângulos e como podem ser medidos utilizando para isso o transferidor, instrumento que possibilita encontrar e determinar valores numéricos de ângulos. Para o uso de alunos com deficiência visual, nesse modelo tátil foram colados “meias-pérolas” pretas, em intervalos de 10° em 10° , o que possibilita a leitura pelo aluno cego e com baixa visão diretamente no instrumento. Importante ressaltar que o modelo confeccionado não possui rigor de precisão como os utilizados em laboratórios. O que se busca com essa atividade é proporcionar ao aluno o contato com o transferidor, conhecer o manuseio, fazer a leitura na escala numérica e a utilização desses valores em cálculos que envolvam, principalmente, a trigonometria.

Materiais:

01 transferidor de plástico 180° ;

Meia-pérola preta;

Um pedaço de papelão retangular ou madeira para servir como base de apoio ao instrumento;

Tampinha plástica de refrigerante;

Pedaço de feltro amarelo;

Vareta para pipas;

Pregos ou parafusos pequenos;

Cola epóxi (Araldite);

Tinta preta.

Montagem: Cortar (em 180°) e colar um pedaço de feltro amarelo de maneira a destacar os valores (ângulos) impressos no transferidor, é importante que o feltro seja amarelo ou branco, isso facilita o contraste e a leitura por parte dos alunos com baixa visão. Colar as meia-pérolas pretas no transferidor em intervalos regulares de 10° em 10° , na tampinha plástica de refrigerante. Fazer um furo no centro dela, fazer dois cortes de maneira que encaixe a vareta de pipa (pintada de preto), montar essa estrutura no papelão retangular ou madeira de modo a parecer um ponteiro de relógio. Fixar o transferidor em dois pequenos apoios de madeira. A estrutura montada com a tampinha plástica de refrigerante deverá ficar “livre” de modo a possibilitar sua movimentação Figura A20.

Figura A19 – Transftátil



Fonte: Autor

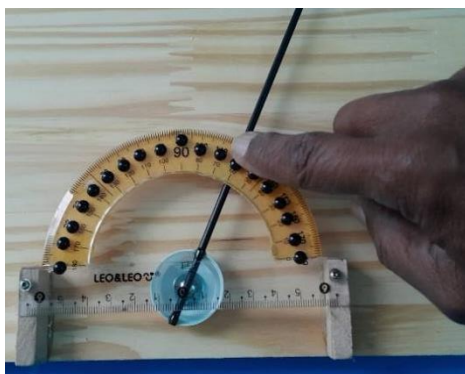
Colaboração aluno baixa visão: Usar fundo amarelo (contraste) para facilitar a leitura dos números no transftátil.

Figura A20 – Transftátil



Fonte: Autor

Figura A21 – Transftátil



Fonte: Autor

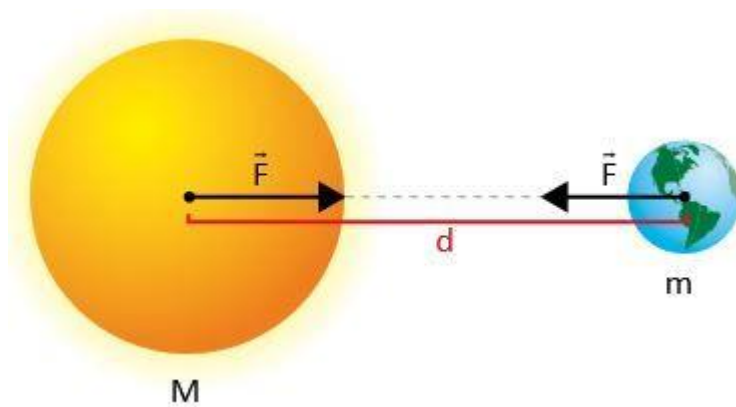
Manuseio: Terminada a montagem, o professor deverá descrever o modelo tátil e a que se destina, descrever todos os materiais utilizados na construção do modelo. O professor deverá informar que as meias-pérolas pretas estão espaçadas em intervalos regulares e que estão posicionadas de acordo com escala numérica. Informar que o giro do ponteiro (vareta de pipa), ocorrerá no sentido anti-horário ou horário (a critério do professor). Feitas as considerações, propor ao aluno manipular o transftátil deixando-o realizar suas próprias medições (Figura A21). O professor também deverá posicionar o ponteiro em alguns valores e solicitar que o aluno faça a leitura do respectivo valor do ângulo.

Tema 4: Gravitação Universal

Aula: Força Gravitacional

Objetivo: O objetivo desta aula é promover uma discussão com o aluno sobre os efeitos da atração gravitacional que atua na natureza, tanto na fruta que cai de uma árvore quanto nos planetas que orbitam o Sol. A Lei Universal de Gravitação foi desenvolvida por Isaac Newton. Com ela é possível calcular a força de atração entre dois ou mais corpos, a partir das massas dos corpos e das distâncias que os separam.

Figura A22 – Atração gravitacional: Sol/Terra



Fonte: Cola da Web

Para o cálculo da força de atração entre dois corpos massivos, Isaac Newton deduziu esta fórmula:

$$F = G \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

Onde **G** = é a constante da gravitação universal; **M1** e **M2** são as massas dos dois corpos; **d²** = é o quadrado da distância entre os corpos.

Número de aulas: 01

Duração: 45 min.

Figura A23 – Sistema Sol – Terra – Lua

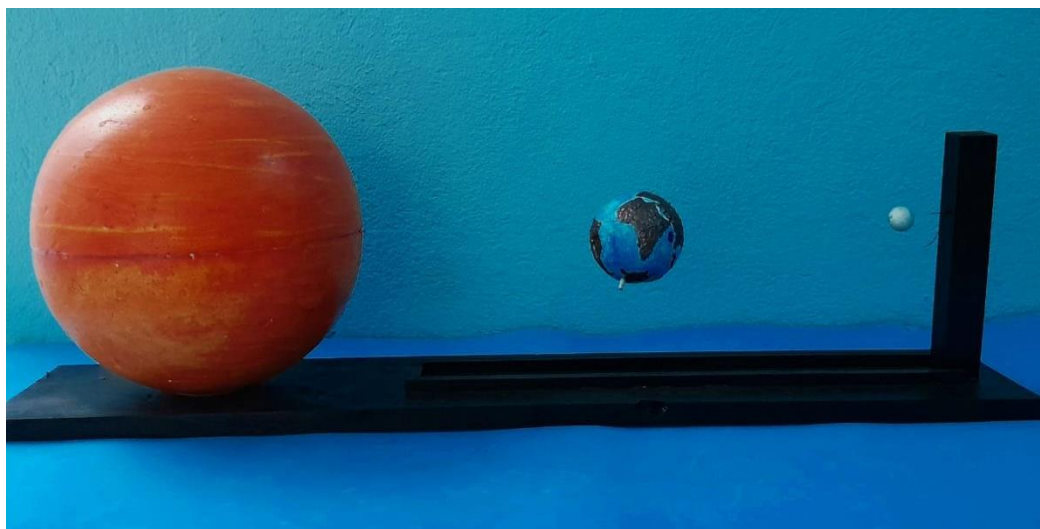


Foto: Autor – Tamanhos e distâncias fora de escala – Cores fantasia

Material:

01 Esfera de isopor 250 mm (diâmetro);

01 esfera de isopor de 50 mm (diâmetro);

01 esfera de isopor 10 mm (diâmetro);

Base retangular de madeira;

Linha de nylon;

Ímã de neodímio²;

Tinta guache nas cores azul, branca, amarela e vermelha;

Tinta relevo marrom;

Cola;

Arduino.

Utilizamos um ímã permanente para simular a gravidade porque na gravitação assim como no magnetismo, a intensidade da força tem a mesma dependência com a distância, ou seja, a força gravitacional ou magnética varia com o inverso da distância ao quadrado.

Montagem: Fixar a esfera de isopor maior em uma das pontas da base de madeira. Passar a linha de nylon no interior das esferas de isopor menores (Terra e Lua), fixar uma sobra da linha de nylon no interior da esfera maior (Sol) e fixar a outra sobra de linha em uma haste de madeira na outra ponta da base de madeira. Na placa de Arduino estão gravados sons. Á

² Cuidado ao manuseá-los, são extremamente fortes e podem causar acidentes.

medida que aproximamos com as mãos a Terra em direção ao Sol, o Arduino emitirá sons e, dependendo da distância da Terra em relação ao Sol, esses sons aumentam de intensidade ou diminuem (Figura A24). Nesse modelo, temos somente o Sol, o planeta Terra e a Lua. Os demais planetas não foram modelados, pois o objetivo principal é a demonstração do sistema com os três astros citados. O modelo encontra-se fora de escala de tamanho e distância. A proposta é o entendimento do conceito.

Figura A24 – Sistema Sol – Terra – Lua e Arduino

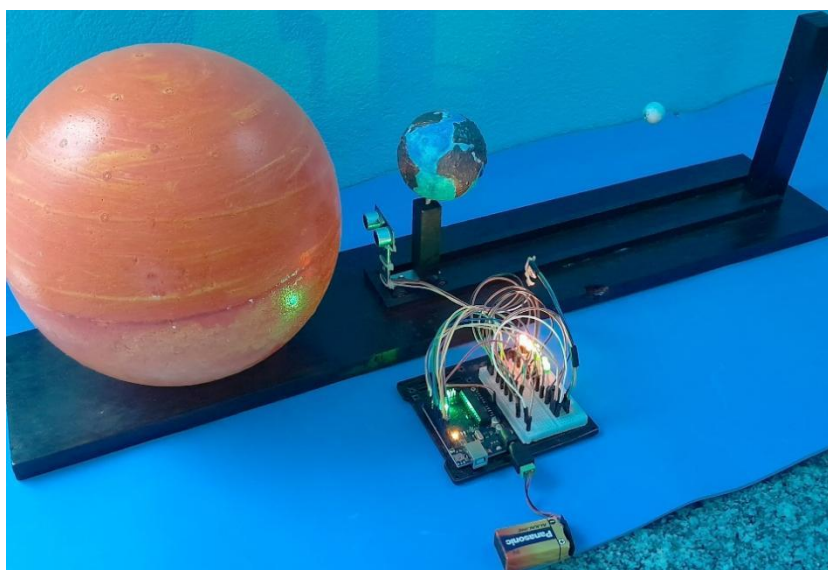


Foto: Autor – Tamanhos e distâncias fora de escala – Cores fantasia

1 - Atividade Prática: Nessa atividade, o professor vai utilizar o modelo da Figura A23, informar ao aluno cego/baixa visão os astros envolvidos nessa atividade, pedir ao aluno que toque com as mãos os respectivos astros. Informar ao aluno que o sistema solar é formado por oito planetas, mas que no presente modelo estão representados o Sol, Terra e a Lua, todos com tamanhos e distâncias fora de escala. Enfatizar que o objetivo do material tátil apresentado é o entendimento do conceito de atração gravitacional. Iniciar a atividade solicitando ao aluno que manipule o material e identifique os astros que estão compondo modelo. Pedir a ao aluno que realize movimentos retilíneos com dois astros que estão suspensos pela linha de nylon, deslizando-os até o Sol, inicialmente com a Terra e depois com a Lua da seguinte maneira: fixar com uma das mãos o Sol e com a outra mão ir deslizando e aproximando lentamente a Terra em direção ao Sol até tocá-lo completamente, repetir o processo agora com a Lua, também em direção ao Sol.

Para discussão: Durante o percurso de aproximação da Terra em direção ao Sol houve alguma resistência? Por que a Lua foi atraída? Se afastarmos a Terra lentamente do Sol (deixar claro ao aluno que se trata de uma situação hipotética) o que acontece? E a Lua o que acontece se a afastarmos lentamente (situação hipotética) da Terra? Ao final dessa atividade, é esperado que o aluno perceba que, ao aproximarmos tanto a Terra como a Lua ambas em direção ao Sol, a força de atração aumenta à medida que a distância desses astros diminui, e que ela (força de atração) diminui à medida que a distância de ambos aumenta.

2 - Atividade Prática: Nesse segundo momento, o professor fará uso desse mesmo modelo, agora com a inclusão da placa Arduino (Figura A24), já codificada e programada para emissão de sons. O procedimento para utilização do modelo é o mesmo como descrito anteriormente. Porém, o planeta Terra estará apoiado em uma haste vertical que deslizará por um “corredor” construído na base do modelo. À frente desta haste deslizante foi instalado um sensor de distância. O professor deverá solicitar ao aluno cego/baixa visão que deslize o conjunto haste/sensor pelo corredor. À medida que o aluno faz a aproximação do conjunto haste/sensor em direção ao Sol, o Arduino emitirá sons com intensidade cada vez mais altas, inversamente proporcional à distância, ou seja: diminuindo gradativamente a distância a intensidade do som aumenta e aumentando gradativamente a distância a intensidade do som diminui.

Ao final dessa atividade é esperado que o aluno cego/baixa visão estabeleça uma relação direta da intensidade do som com a aproximação e distanciamento dos astros do modelo. Importante informar ao aluno que os sons produzidos na atividade têm a finalidade de associar os sentidos da audição e tato. Esclarecer que os sons produzidos não acontecem na atração gravitacional.

Sugestão ao professor: O professor pode utilizar dois ímãs, (usar ímãs de pequenos alto-falantes), pedaço fino de isopor e cola branca. Colar os dois ímãs nas plaquinhas de isopor (a finalidade é evitar acidentes) e estas devem ter o tamanho um pouco maior que os ímãs. O aluno deverá segurar os ímãs pelas bordas da plaquinha de isopor e o professor deve assegurar que os polos dos ímãs devem estar posicionados de maneira que ocorra atração entre eles. Solicitar então ao aluno que aproxime lentamente os ímãs em direção à reta, de maneira a tentar uni-los.

Para discussão: O que acontece à medida que aproximamos ou afastamos os ímãs? A força de atração permanece a mesma nas duas situações? O que proporcionou a diferença de atração ser maior ou menor?

Apoio ao Professor: Lei da Gravitação Universal.

Dois corpos estão submetidos a forças atrativas de mesma magnitude, proporcional às suas massas e proporcional ao inverso do quadrado da distância que os separa, com direção ao centro de massa do sistema. A constante de proporcionalidade é chamada de constante de gravitação universal (TOFFOLO, 2021).

$$F = G \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

Esta equação é conhecida com a Lei da Gravitação Universal de Newton, que vale tanto para planetas quanto para grãos de areia, ou seja, um corpo qualquer atrai outro exercendo sobre ele uma força gravitacional, dirigida ao longo da linha reta imaginária que une os dois corpos, essa força aparece aos pares: se um corpo atrai outro, é também atraído pelo outro (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, s.d.).

Tema 5: Movimentos dos Planetas

Aula 1: Geocentrismo e Heliocentrismo

Objetivo: A proposta dessa aula tem como objetivo conhecer os movimentos do planeta Terra, o movimento de rotação da Terra em torno do seu eixo, seus efeitos, o movimento de translação ao redor do Sol como eles ocorrem e os efeitos decorrentes na vida das pessoas. Também vale ensinar os movimentos dos planetas propostos por Ptolomeu (geocêntrico) e por Copérnico (heliocêntrico) e as Leis de Kepler sobre o movimento planetário. Nessa aula, vamos tratar exclusivamente dos movimentos do planeta Terra.

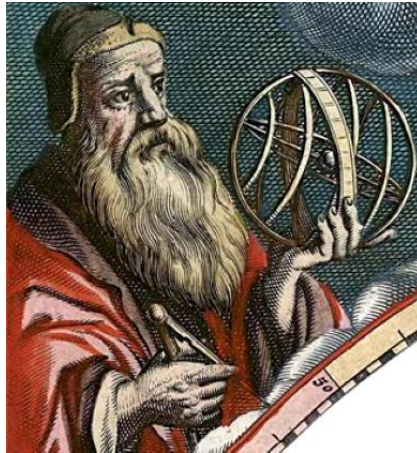
Número de aulas: 01

Duração: 45 min.

Apoio ao Professor: Rotação e revolução

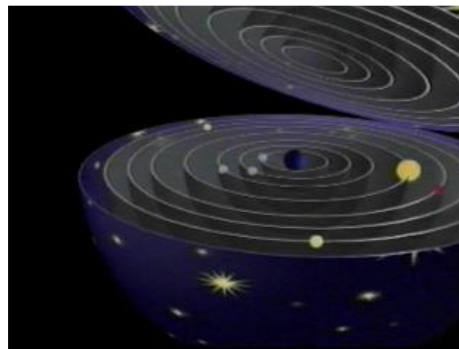
Rotação e Revolução são as duas componentes mais evidentes dos movimentos dos planetas que orbitam o Sol. No caso da Terra temos ainda duas componentes bem evidentes: Precessão e Nutação. O conhecimento da estrutura do Sistema Solar e da revolução dos planetas deve-se aos trabalhos de muitos estudiosos, sendo os mais importantes Claudio Ptolomeu (100-168 ou 170), Nicolau Copérnico (1473-1543), Tycho Brahe (1546-1601) e Johannes Kepler (1571-1630) e, sobretudo, Isaac Newton (1642-1726/27).

Figura A25 – Claudius Ptolomeu



Fonte: eBiografia

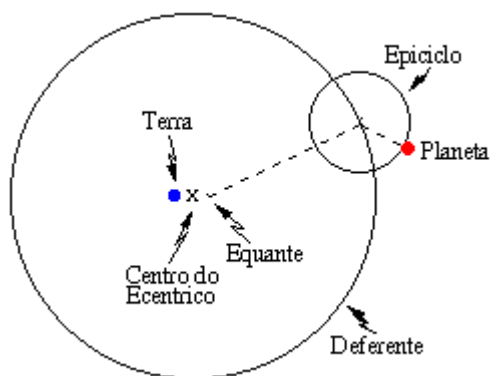
Figura A26 – Modelo geocêntrico de Ptolomeu



Fonte: Site Astronomia e Astrofísica

No modelo de Ptolomeu, as estrelas ficavam fixas em uma esfera celeste giratória, com a Terra no centro. Nesse modelo, os outros astros, incluindo Lua e Sol, tinham órbitas circulares centradas na Terra. Posteriormente, Ptolomeu refinou o modelo, introduzindo o deferente, o epiciclo, o equante, e o excêntrico (Figura A27). O planeta se movia no epiciclo, cujo centro se movia no deferente. A Terra ficava no excêntrico e o movimento aparente dos planetas era calculado a partir do equante.

Figura A27 – Sistema Ptolomaico



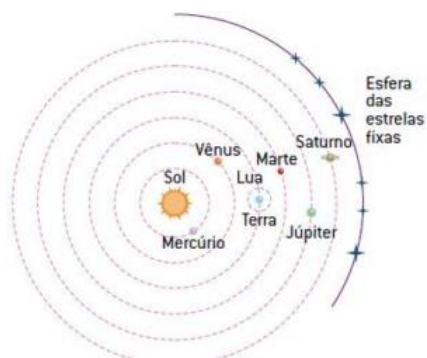
Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/p1/>

Figura A28 – Nicolau Copérnico



Fonte: *World History Encyclopedia*

Figura A29 – Modelo heliocêntrico de Copérnico



Fonte: Espaço do conhecimento UFMG

No modelo apresentado por Copérnico, o Sol estaria no centro e os seis planetas (esse era o número de planetas conhecidos à época) giravam ao redor do Sol em órbitas circulares. Copérnico contribuiu com muitas realizações: a ordem em distância dos planetas ao Sol, suas distâncias relativas do Sol, em termos da distância Terra-Sol. O fato da velocidade aparente ser maior quanto mais próximo o planeta estivesse do Sol, já era conhecida. Tycho Brahe nasceu em uma família muito nobre na Dinamarca. Astrônomo observacional, fez descobertas sem uso de lentes ou telescópios. Um fato histórico marcante na vida de Tycho Brahe diz que seu pai salvou o príncipe de um afogamento. Tempos depois, o pai Tycho morre em decorrência de uma pneumonia. Tycho então foi adotado pela família real, e consegue recursos para montar seu próprio observatório, o Uraniborg.

Figura A30 – Castelo-observatório de Tycho Brahe



Fonte: Store Norske Leksikon

Figura A31– O (grande) Quadrante Mural de Tycho Brahe.



Fonte: MAST Colloquia v. 15

Tycho era copernicano, ele estava convencido de que os planetas giravam em torno do Sol. Porém, como ele não conseguia estimar a paralaxe esperada do movimento da Terra em torno do Sol, ele propôs um modelo alternativo: o geo-heliocentrismo, ou seja, os planetas giravam em torno do Sol, mas o Sol girava em torno da Terra. Suas observações precisas das posições dos planetas foram fundamentais para que Kepler elaborasse as suas três leis de movimento dos planetas.

Johannes Kepler (1571-1630), matemático alemão, herdou dados coletados por Tycho Brahe após a morte deste. Conseguiu determinar as posições da Terra e ao tentar ajustar a órbita de Marte, percebeu que uma elipse se enquadrava e se ajustava aos dados coletados. Kepler elaborou três leis, conhecidas como as leis do movimento planetário: lei das órbitas elípticas, lei das áreas e lei dos períodos. Nessa aula vamos tratar sobre a Lei das órbitas elípticas.

1ª lei de Kepler: lei das órbitas.

A primeira lei de Kepler afirma que a órbita dos planetas que giram em torno do Sol não é circular, mas sim elíptica. Além disso, o Sol sempre ocupa um dos focos dessa elipse. Apesar de elípticas, algumas órbitas, como a da Terra, são muito próximas de um círculo, pois são elipses que apresentam uma excentricidade muito pequena. A excentricidade, por sua vez, é a medida que mostra o quanto uma figura geométrica (cônica) difere-se de um círculo e pode ser calculada pela relação entre os semieixos da elipse (HELERBROCK, s.d.).

2ª lei de Kepler: lei das áreas.

“A segunda lei de Kepler afirma que a linha imaginária que liga o Sol aos planetas que o orbitam varre áreas em intervalos de tempo iguais. Em outras palavras, essa lei afirma que a velocidade com que as áreas são varridas é igual, isto é, a velocidade areolar das órbitas é constante.”

3ª lei de Kepler: lei dos períodos ou lei da harmonia"

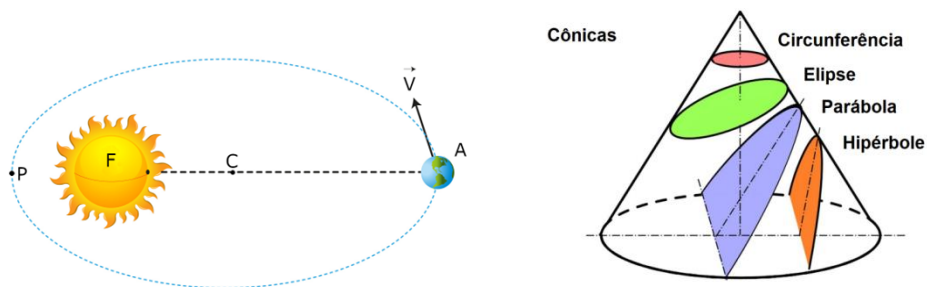
"A terceira lei de Kepler afirma que o quadrado do período orbital (T^2) de um planeta é diretamente proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol (R^3). Além disso, a razão entre T^2 e R^3 tem exatamente a mesma magnitude para todos os astros que orbitam essa estrela."

Figura A32 – Johannes Kepler



Fonte: New Mexico Museum of Space History

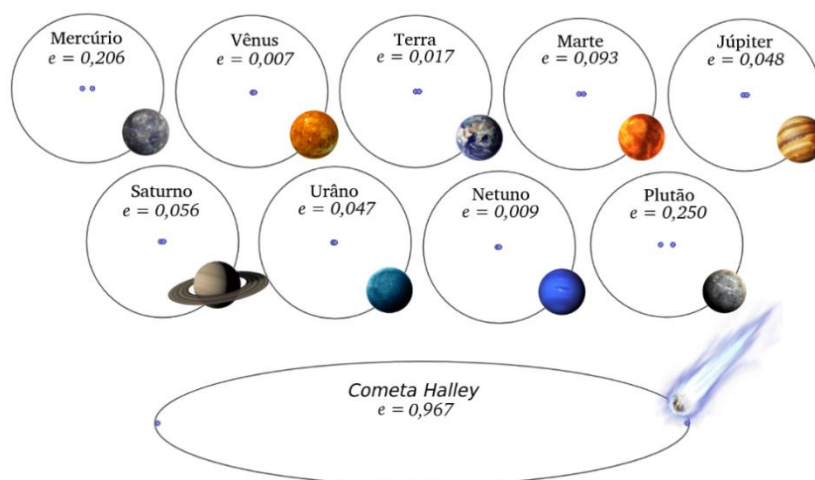
Figura A33 – Órbita da Terra é elíptica e o Sol está em um dos focos. Elipse é uma cônica.



Fontes: <https://www.infoescola.com/fisica/primeira-lei-de-kepler/> (esquerda) e NOIC (direita)
<https://noic.com.br/astronomia/curso/miscelanea/ellipse/>

Elipse: A elipse é um tipo de cônica. Podemos medir este “achatamento” obtendo a razão entre o semieixo maior (a) e a metade da distância focal (c). O valor obtido variará de 1 a 0 e receberá o nome de excentricidade (e). Quanto mais próximo de 1 este valor estiver, mais “achatada” será a elipse. As elipses que compõem as órbitas dos planetas do sistema solar possuem excentricidades próximas a 0, como indicado na figura abaixo.

Figura A34 – Elipses das órbitas dos planetas do sistema solar, cuja excentricidade está próxima a 0



Fonte: WebFísica

Embora as órbitas dos planetas sejam elipses, as excentricidades são tão pequenas que elas se parecem com círculos. Na Figura A34 é mostrada as excentricidades das órbitas dos planetas.

Em todos os modelos propostos no produto educacional, a trajetória da órbita do planeta Terra ao redor do Sol é demonstrada de maneira circular.

Aula 2: Rotação

Objetivo:

Demonstrar o movimento de rotação da Terra em torno de seu eixo imaginário, as consequências desse movimento e sua duração. O sentido da rotação e sua velocidade média.

Figura A35 – Movimentos da Terra



Fonte: Autor – modelo fora de escala, tamanho, distância e cores fantasia.

Número de aulas: 01

Duração: 45 min.

Material: Bola de isopor 250 mm (diâmetro);

Base retangular de madeira ou acrílico;

Luminária; tinta guache azul e branca;

Tinta relevo marrom;

Barbante;

Cola branca;

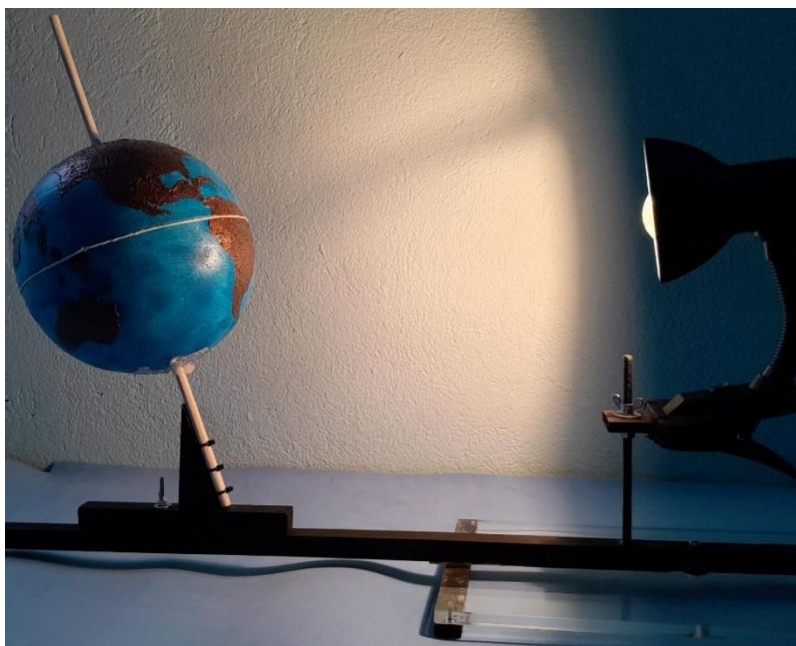
Parafusos e arruelas;

Haste de madeira.

Montagem: Com a bola de isopor, confeccionar o planeta Terra, introduzir o eixo de rotação. Este deve formar com a base um ângulo de inclinação de $23,5^\circ$. A bola de isopor deve girar livremente.

Manuseio: Com o modelo pronto, o professor deve solicitar ao aluno que manipule e gire o planeta Terra, esclarecendo que este giro ocorre no sentido anti-horário ou seja de oeste para leste. Com a luminária, o professor pode demonstrar a incidência de luz direta sobre o planeta e esclarecer que naquela área iluminada do planeta é o dia e o lado oposto do planeta é noite.

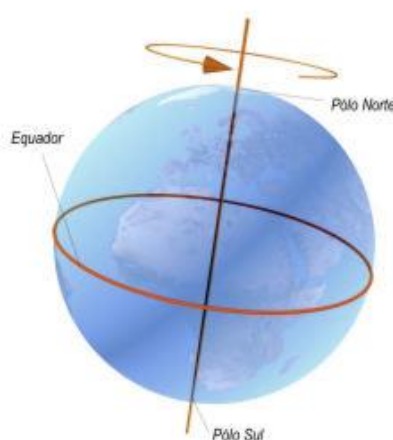
Figura A36 – Movimentos da Terra



Fonte: Autor – modelo fora de escala, tamanho, distância e cores fantasia.

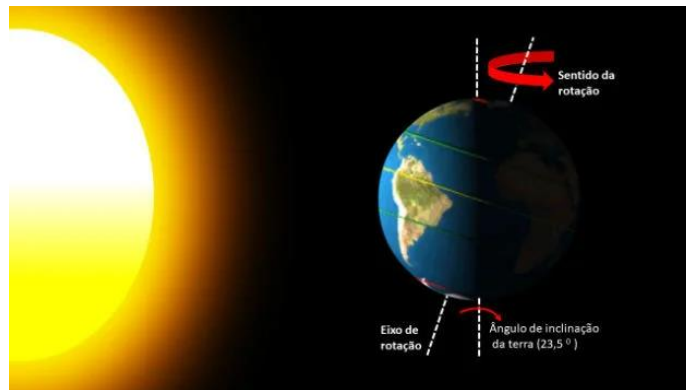
Apoio ao Professor: A rotação da Terra: A rotação da Terra consiste em um movimento giratório do planeta sobre seu próprio (imaginário) eixo. O período do movimento é aproximadamente 1 dia (24 horas), mais precisamente, 23 horas, 56 minutos, 4 segundos e 0,9 décimos. Ele é o responsável pela sucessão dos dias e das noites. O sentido de rotação da Terra é de oeste para leste, a uma velocidade média de 1.670 km/h no equador. Essa velocidade diminui com o aumento da latitude norte ou sul.

Figura A37– Movimento de Rotação



Fonte: Brasil Escola

Figura A38 – Movimento Rotação – sucessão dos dias e noites

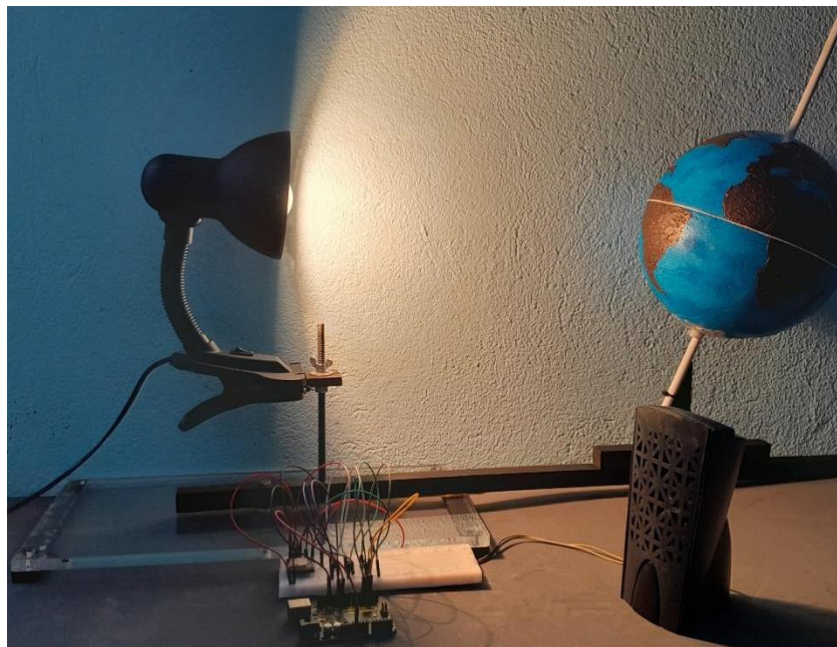


Fonte: Toda Matéria

Aula 3: Translação/Solstícios e Equinócios

Objetivo: Demonstrar o movimento de órbita da Terra ao redor do Sol, além da duração desse movimento e suas consequências. Também mostrar, equinócios e solstícios.

Figura A39 – Equinócios e Solstícios



Fonte: Autor – modelo fora de escala, tamanho, distância e cores fantasia.

Número de aulas: 01

Duração: 45 min.

Material:

Bola de isopor 250 mm (diâmetro);
Base retangular de madeira ou acrílico;
Luminária;
Tinta guache azul e branca;
Tinta relevo marrom;
Barbante;
Cola branca;
Parafusos e arruelas;
Haste de madeira;
Pequeno alto-falante;
Arduino.

Montagem: Com a bola de isopor, confeccionar o planeta Terra, introduzir o eixo de rotação. Este deve formar com a base um ângulo de inclinação de $23,5^\circ$. A bola de isopor deve girar livremente, garantir que o conjunto apoiado na base de madeira ou acrílico gire livre e descreva uma trajetória de 360° , de modo a demonstrar o movimento de translação.

Manuseio: O professor deve instruir e incentivar o aluno a manusear o modelo. Isso facilitará a interpretação dos conceitos a serem desenvolvidos. A demonstração pode ser realizada em dois momentos: no primeiro, será desenvolvido o conceito de translação; no segundo, o professor deve introduzir o conceito de solstícios e equinócios. Para isso, deve-se utilizar a luminária. Na Figura A39 pode ser trabalhado o conceito do solstício, onde um dos hemisférios recebe mais luz.

Figura A40 – Equinócio



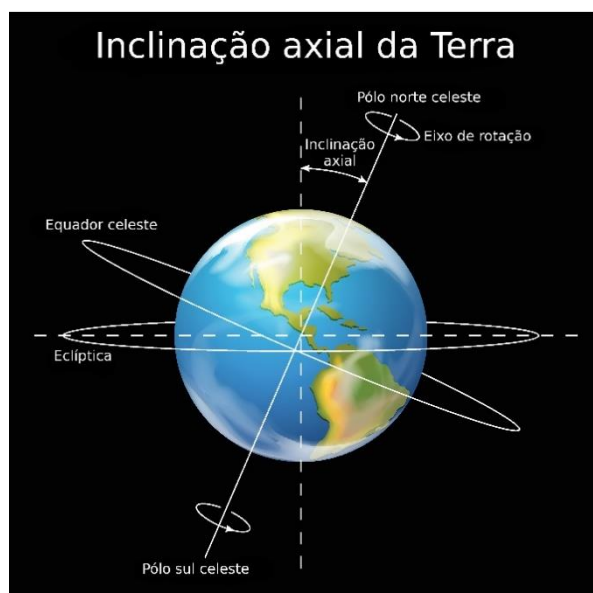
Fonte: Autor – modelo fora de escala, tamanho, distância e cores fantasia.

O conceito de equinócio, em que o Sol ilumina igualmente os dois hemisférios (Norte e hemisfério Sul), é demonstrado na Figura A40, durante a execução da demonstração, e de acordo com o fenômeno e a área iluminada (receber mais ou menos luz) será executado sons musicais codificados na placa do Arduino. O controle e a execução de sons musicais serão controlados pelo professor por meio de botões ligados à placa do Arduino.

Apoio ao Professor: Solstícios e equinócios

Os solstícios e os equinócios indicam o início das estações do ano. Durante o período aproximado de 365 dias, a Terra percorre uma trajetória elíptica ao redor do Sol, cuja excentricidade tem um valor muito baixo, muito próximo de zero (0,017) o que confere que sua órbita seja quase circular. Ao mesmo tempo, essa trajetória encontra-se num plano. Apesar dos movimentos de rotação e translação, o eixo imaginário permanece praticamente apontado para a mesma direção no céu. Na realidade, o eixo apresenta um movimento cíclico, descrevendo um cone, completado a cada 25.800 anos. Atualmente, a inclinação do eixo de rotação em relação ao plano da órbita da Terra é $23^{\circ}27'$ (Figura A41), mas essa inclinação oscila ciclicamente entre um mínimo de $22^{\circ}00'$ e um máximo de $24^{\circ}30'$.

Figura A41 – Inclinação do eixo de rotação da Terra



Fonte: Info Escola

Assim, vai acontecer que em certas épocas do ano um dos hemisférios receberá mais luz (Solstício). Portanto, nesse hemisfério será verão. Já no outro hemisfério que receberá menos luz, será inverno. Quando os dois hemisférios receberem luz em igualdade (Equinócio), teremos as estações de outono e primavera. Então temos:

Solstício: Ocorre quando os hemisférios estão desigualmente iluminados devido ao eixo (inclinado $23,5^\circ$) de rotação da Terra.

Equinócio: Ocorre quando o Sol está perpendicular no Equador terrestre, iluminando igualmente os dois hemisférios. Quando isso acontece, os dias e as noites têm a mesma duração.

Figura A42 – Solstícios



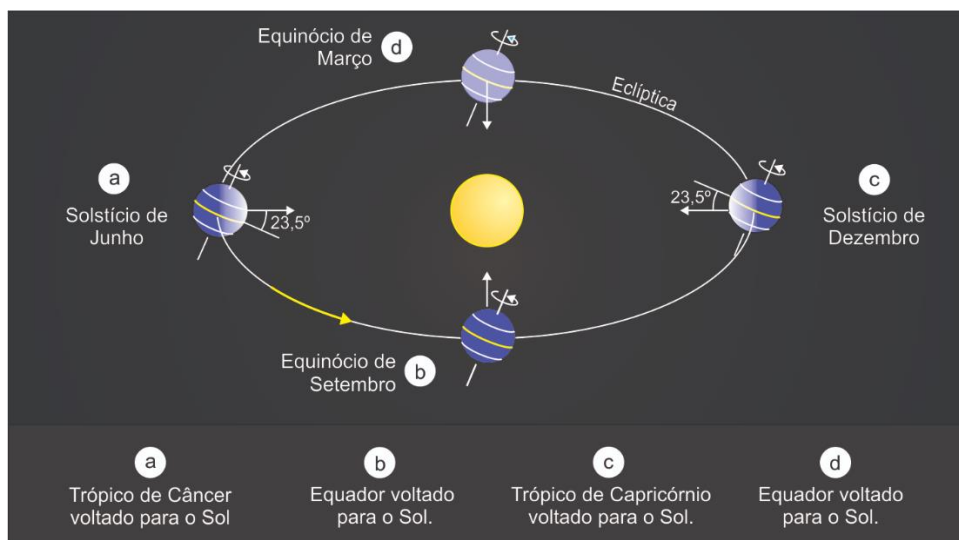
Fonte: Brasil Escola

Figura A43 – Solstícios



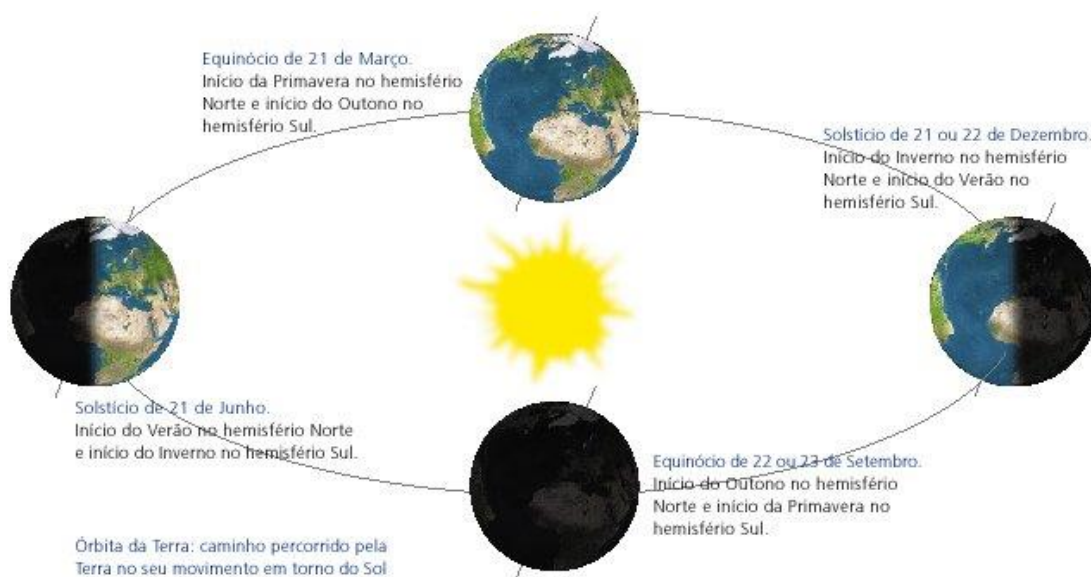
Fonte: Todo Estudo

Figura A44 – Solstícios e equinócios



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

Figura A45 – Translação/Solstícios e Equinócios



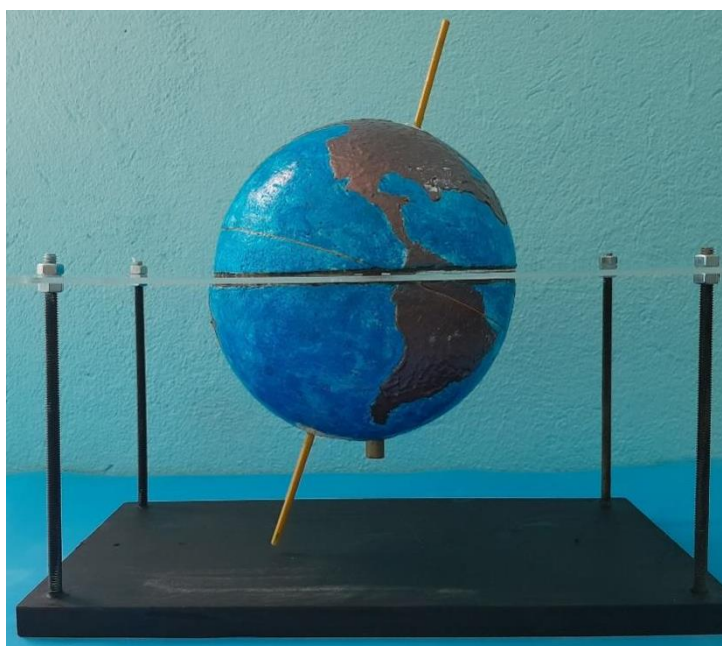
Fonte: Curso de Especialização em Matemática

Tema 6: Movimentos da Terra

Aula 1: Precessão dos Equinócios

Objetivo: Demonstrar ao aluno que, além dos movimentos de rotação e translação, a Terra possui o movimento de precessão.

Figura A46 – Modelo Precessão dos Equinócios



Fonte: Autor – tamanho fora de escala e cores fantasia.

Número de aulas: 01

Duração: 45 min.

Material: Esfera de isopor de 250 mm (diâmetro);

Base retangular de madeira;

Base de plástico rígido ou acrílico;

Tinta guache azul e branca;

Tinta relevo marrom;

Vareta para pipas;

Parafusos;

Arruelas;

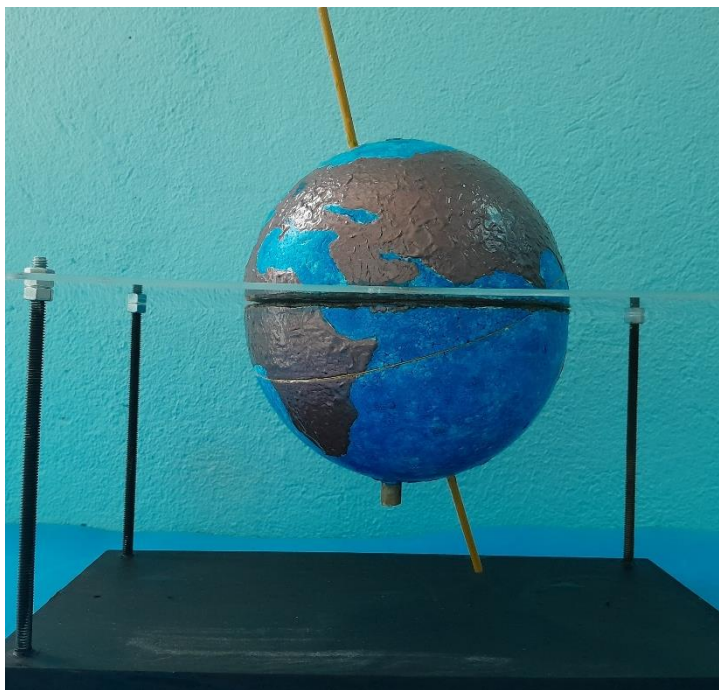
Cola branca;

Haste cilíndrica de madeira;

Pedaço de feltro. Este deverá ser recortado formando um anel de 250 mm (diâmetro) que deve ser colado em uma das metades da bola de isopor, isto evitará o atrito entre as duas metades da esfera e o plástico rígido ou acrílico, rolamento de aço.

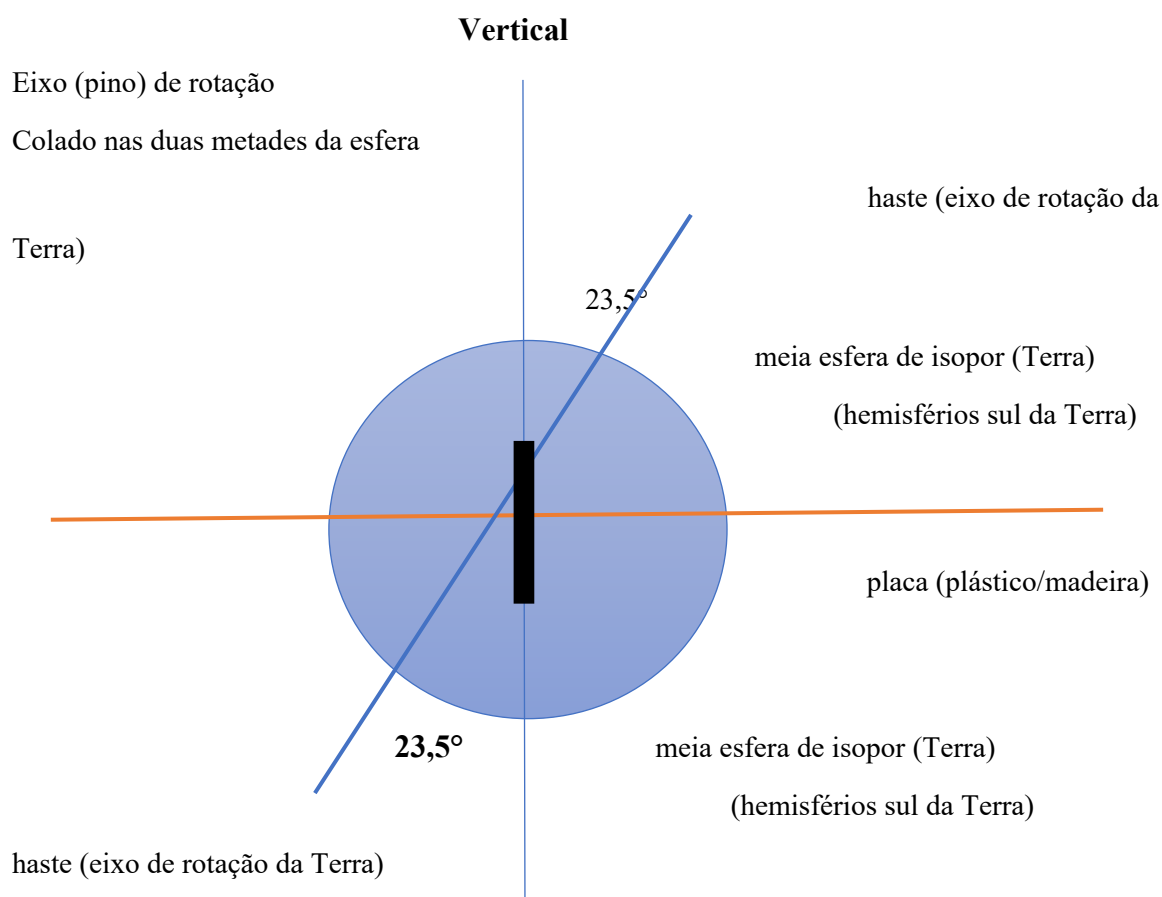
Montagem: A montagem deve seguir o esquema mostrado na Figura A48. O eixo de rotação da Terra (azul) deve fazer ficar em um ângulo de $23,5^\circ$. Na base de plástico rígido/acrílico fazer um furo. Colar o rolamento de aço nessa base de plástico de maneira que possibilite a passagem livre de uma haste cilíndrica de madeira entre o rolamento e essa base. Parte dessa haste deve ficar exposta (opcional) na parte inferior da segunda metade da esfera de isopor. Na parte inferior da Terra existe uma haste cilíndrica de madeira. Esta vai possibilitar girar a Terra para demonstração da precessão (Figuras A46 e A47).

Figura A47 – Precessão dos Equinócios



Fonte: Autor – tamanho fora de escala e cores fantasia.

Figura A48 – Montagem modelo Precessão dos Equinócios



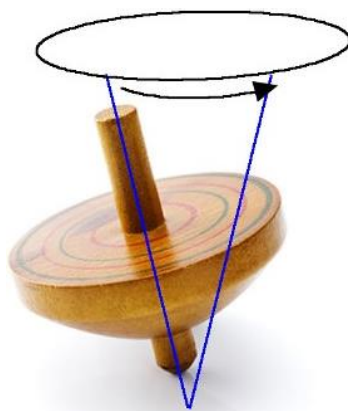
Fonte: Prof. Enos Picazzio

Manuseio: Inicialmente, o professor deve solicitar ao aluno que toque em toda extensão do modelo, para que veja suas formas (formato esférico da Terra, seus relevos, e o eixo imaginário de rotação da Terra). Com uma das mãos, o professor deve fazer o giro da Terra ou pela parte exposta da haste cilíndrica ou com a mão, simplesmente fazendo girar a bola de isopor. Depois, o docente proporcionará informações quanto ao posicionamento do eixo de rotação da Terra que apontará para direções diferentes no céu (Figuras A46 e A47).

Apoio ao Professor: Movimento de precessão dos equinócios

O movimento de precessão dos equinócios ocorre simultaneamente aos movimentos de rotação e translação da Terra. O planeta Terra não é uma esfera perfeita, ela é levemente achatada nos polos e bojuda (largura um pouco maior na região do equador) na região do equador, aproximadamente 42,8 km em relação ao diâmetro da região dos polos. A precessão dos equinócios é um movimento cônico, uma espécie de “bamboleio” (semelhante ao movimento de um pião, ver figura abaixo) do eixo de rotação da Terra, fazendo com que esse eixo não aponte sempre para a mesma estrela ou constelação no céu. A palavra precessão é de origem do latim cujo significado é o ato de “preceder”, estar adiante. As forças gravitacionais diferenciais exercidas pelo Sol e pela Lua sobre a Terra causam essa perturbação no eixo de rotação. Como a Terra é bojuda na região do equador, essas forças tendem a “endireitar” o eixo e ao mesmo tempo tentam alinhá-lo com o eixo da eclíptica.

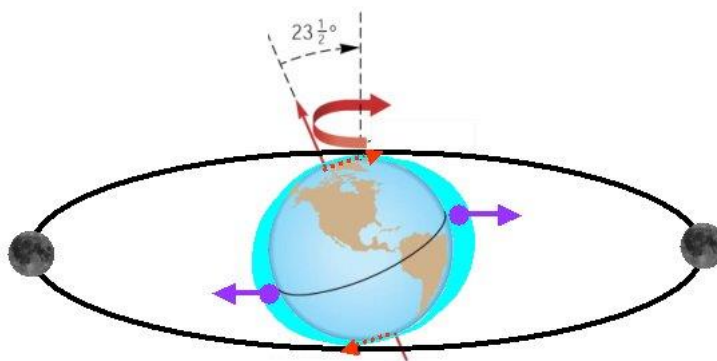
Figura A49 – Rotação de um pião



Esquema ilustrativo demonstrando, usando como base um peão, o movimento precessional da Terra.

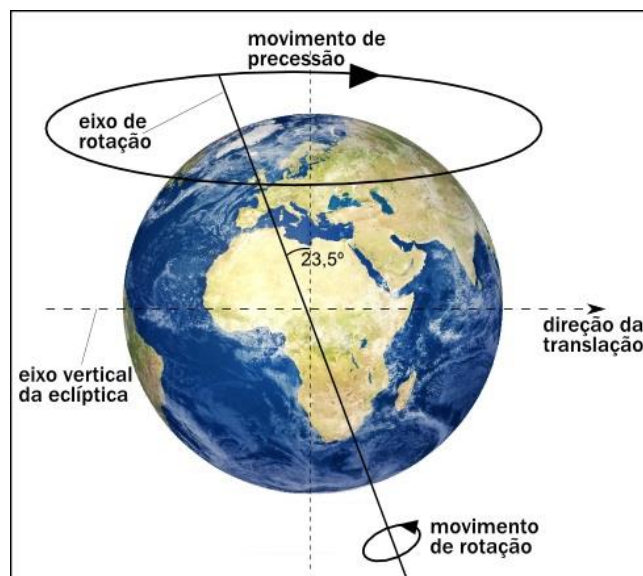
Fonte: Mundo educação: precessão dos equinócios

Figura A50 – Movimento de precessão



Fonte: Filho e Saraiva

Figura A51 – Precessão dos Equinócios

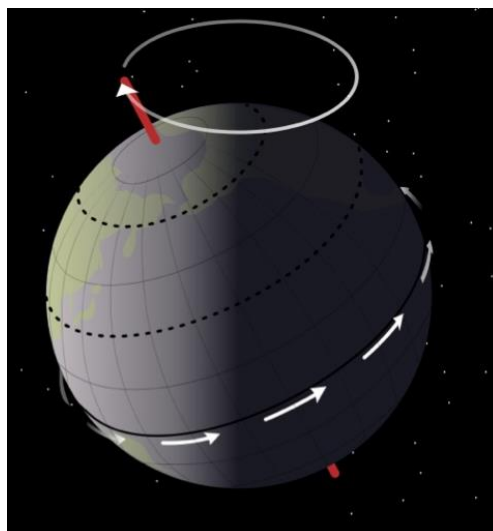


Esquema ilustrativo do movimento de precessão dos equinócios da Terra.

Fonte: Mundo educação: precessão dos equinócios

A precessão dos equinócios recebe esse nome em virtude desse movimento preceder, antecipar os equinócios, em que a luz solar incide igualmente nos dois hemisférios. Esse evento não traz alterações significativas nas estações do ano. A duração do ciclo de precessão é de 25.800 anos. Como descrito anteriormente, o eixo de rotação da Terra, quando da ocorrência da precessão, não aponta para mesma estrela ou constelação no céu. Hoje o polo celeste norte aponta para a estrela Polar, na constelação da Ursa Menor. O polo norte celeste apontará para estrela Vega, constelação de Lira daqui a 13.000 anos.

Figura A52 – Ilustração divulgada pela NASA sobre a precessão dos equinócios



Fonte: Mundo educação: precessão dos equinócios

Tema 7: Insolação

Aula 1: Irradiação térmica

Objetivo: Demonstrar ao aluno uma das formas de propagação de calor: irradiação térmica. Demonstrar que essa forma de propagação de calor é uma das mais importantes, além de outras formas tais como: condução e convecção. A proposta dessa aula é trabalhar o conceito de irradiação térmica.

Figura A53 – Modelo Insolação



Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala.

Número de aulas: 01

Duração: 45 min.

Material:

Bola de isopor 200 mm (diâmetro);

Base retangular de madeira;

Luminária;

Parafusos;

Arruelas;

Barra roscada;

Tinta guache preta.

Montagem: Pintar a bola de isopor (meia esfera) com tinta guache preta. Transpassar a barra roscada (eixo de rotação da Terra) na esfera de isopor, garantindo que essa barra fique com uma inclinação de $23,5^\circ$. A luminária deve ficar a uma distância de aproximadamente 15 cm, isso para garantir que o aquecimento não deforme a esfera de isopor. Tomar muito cuidado com cantos “vivos”. É importante deixá-los arredondados para evitar acidentes. Usar uma lixa para esse fim.

Manuseio: O professor deverá ligar a luminária na distância estabelecida na parte pintada na cor preta e aguardar por uns 5 minutos. Após esse tempo, desligar a luminária e solicitar que o aluno toque na superfície pintada na cor preta (Figura A54). Solicitar ao aluno que toque nessa face pintada. Fazer o mesmo procedimento, agora com a outra face não pintada da bola de isopor (Figura A55). Ao término do manuseio do material, perguntar ao aluno qual das faces sofreu mais aquecimento.

Apoio ao Professor: Processo de irradiação térmica

O processo de irradiação térmica é um dos principais processos de transmissão de calor. Esse processo ocorre por meio das chamadas ondas eletromagnéticas. Essas ondas não necessitam de um meio material para que possam ocorrer, elas se propagam até mesmo no vácuo, ao contrário das outras formas de transmissão de calor, condução e convecção, que precisam de um meio para que aconteçam. Quando a radiação térmica incide em um corpo, parte dela é absorvida e a outra parte é refletida. Podemos sentir e perceber os efeitos da radiação térmica absorvida quando ela incide sobre um corpo escuro, pois estes absorvem grande parte da radiação, ocorrendo ali um aumento sensível de temperatura. Já corpos de cor clara refletem grande parte da radiação que neles incide. É por esse motivo que devemos usar roupas claras quando estamos expostos a radiação térmica bastante elevada, evitando usar roupas muito escuras. É por conta da irradiação térmica proveniente do Sol, da energia interna da Terra e da existência da atmosfera que o nosso planeta se mantém aquecido e permite a existência de vida.

Figura A54 – Demonstração de irradiação térmica



Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala.

Figura A55 – Demonstração de irradiação térmica

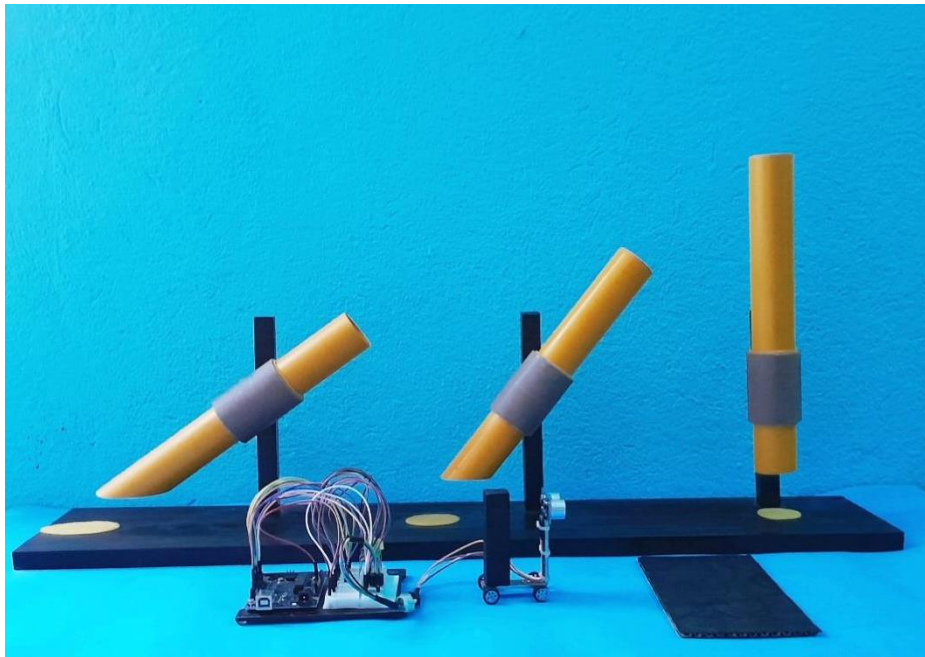


Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala.

Aula 2: Fluxo de luz solar

Objetivo: Demonstrar que a intensidade do fluxo de luz solar depende da maneira como esses raios chegam à superfície e sua relação com a área atingida por eles.

Figura A56 – Fluxo de luz solar



Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala.

Número de aulas: 01

Duração: 45 min.

Material: Base retangular de madeira;

03 tubos de PVC de 40 mm (diâmetro) e 03 tubos de PVC de 50 mm (diâmetro);

Pedaco de feltro amarelo;

03 hastes de madeira;

Tinta preta e amarela;

Pedaco retangular de papelão de papelão;

Arduino.

Montagem: Tomar os 02 tubos de PVC de 40 mm (diâmetro) e cortá-los na sua base de forma a conseguir ângulos de 60° e 30° , conforme Figuras A62 e A61 respectivamente. O outro tubo não deverá ser cortado. Ele formará com a base de madeira um ângulo perpendicular, ou

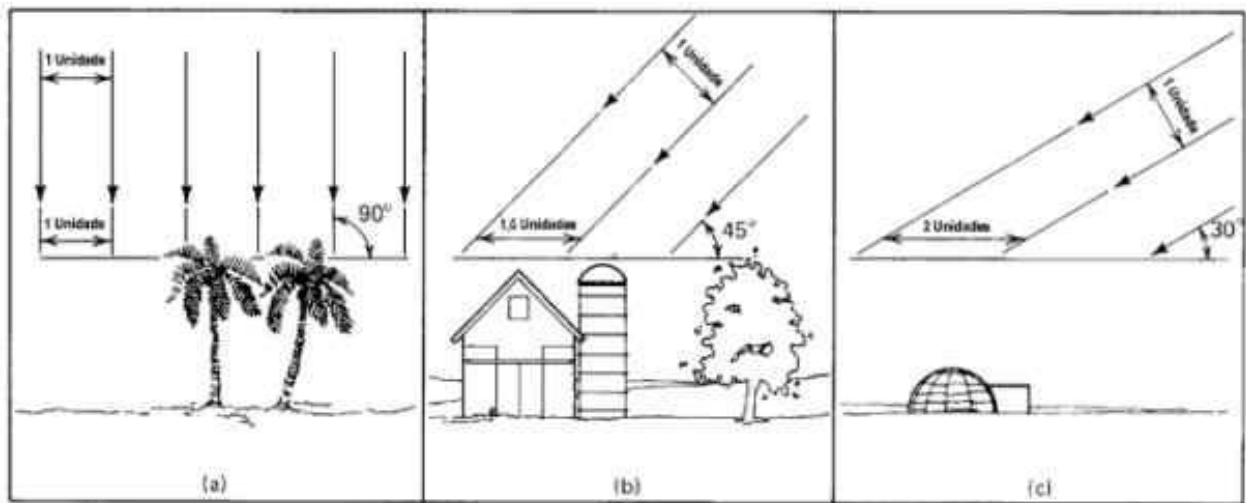
seja, 90° , assim como indica a Figura A63. Fixar, de forma equidistante, três hastes de madeira na base retangular e colar três tubos de PVC de 50 mm (diâmetro), de forma a permitir que deslizem internamente nesses tubos os tubos cortados em ângulos. Para evitar o atrito, colar pedaços de feltro nas partes internas dos tubos de PVC menores. Recortar 03 pedaços de feltro amarelo, conforme mostrado na Fig. 4 e colá-los na base de madeira. Ao final da montagem, a estrutura deve ficar como mostrado na Fig. 5. Pintar os tubos maiores na cor amarela. O Arduino emitirá sons para simular o aumento ou a diminuição do fluxo de luz solar (ou energia por unidade de área e por unidade de tempo). Tomar muito cuidado com cantos “vivos”. Deixá-los arredondados para evitar acidentes. Usar uma lixa para esse fim.

Manuseio: O Arduino emitirá sons para simular o aumento ou a diminuição do fluxo de luz solar (energia/área x tempo). Para isso, o professor deverá controlar o som emitido pelo Arduino com a aproximação ou afastamento da placa de papelão, aproximando ou afastando o papelão do sensor de distância conectada à placa do Arduino. Solicitar ao aluno que toque nos três pedaços de feltro (um de cada vez) que estão posicionados logo abaixo de cada tubo, conforme Figura A66. A cada pedaço de feltro tocado pelo aluno, a variação de som sofrerá acréscimo ou decréscimo em função do fluxo de luz solar correspondente e executada pelo Arduino.

Apoio ao Professor: Fluxo de luz solar

O fluxo de luz solar (ou energia por unidade de área e por unidade de tempo) depende da latitude, ou seja, da distância zenital (inclinação em relação à vertical do local). O esquema da Figura A57 mostra três situações: incidência de luz na perpendicular ao solo (a), incidência a 45° (b) e incidência a 30° (c).

Figura A57 – Variação da radiação solar

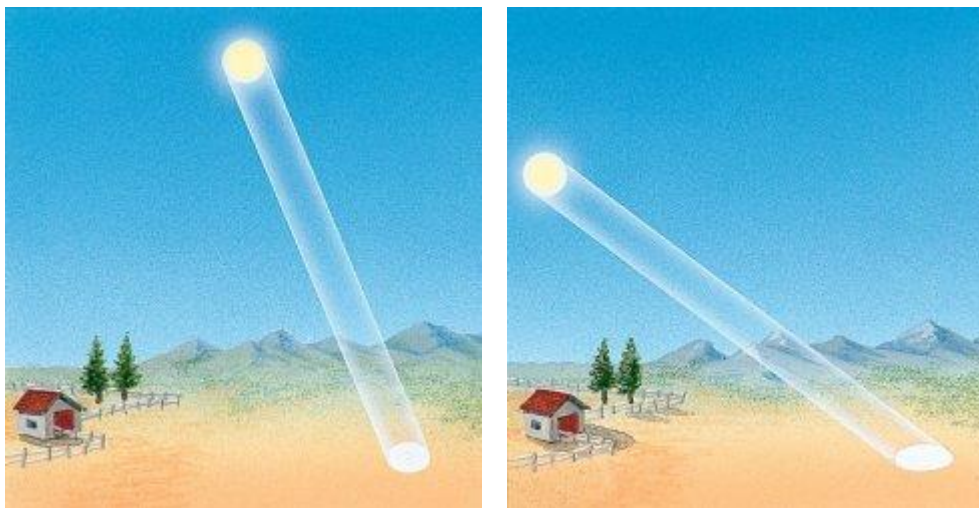


Variações na altura do Sol causam variações na quantidade de energia solar que atinge a Terra. Quanto maior a altura do Sol em relação à horizontal local, mais concentrada é a energia incidente (insolação).

Fonte: Alice Marlene Grimm

Para um mesmo ângulo de inclinação em relação à vertical, a área na superfície esférica é maior do que a área na superfície plana. Mas, podemos fazer uma aproximação. O objetivo é mostrar através do som que o fluxo de energia da luz solar depende da distância zenital.

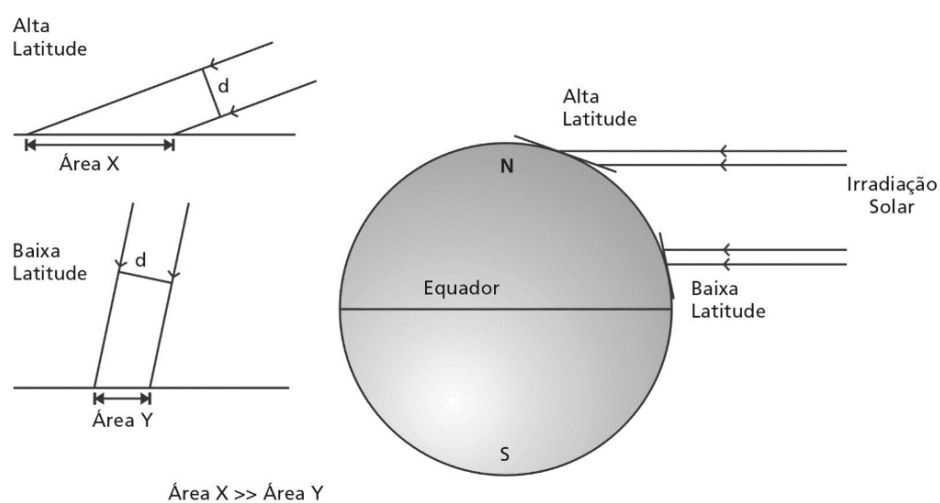
Figura A58 – Esquema sobre insolação



Fonte: Maria de Fátima O. Saraiva

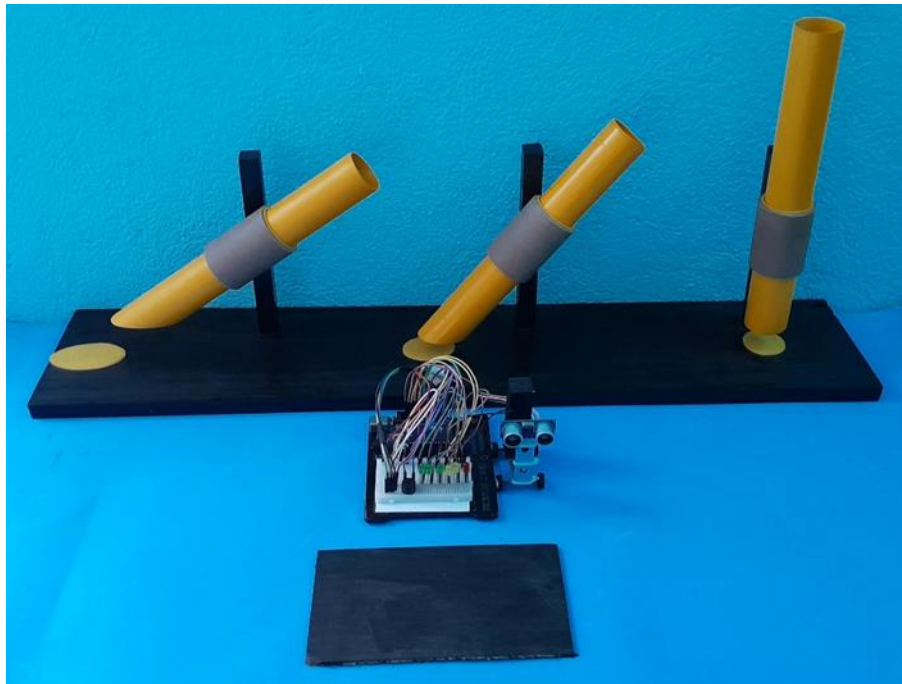
Considerando uma superfície plana, a variação da área depende do seno da distância zenital. Este esquema mostra apenas uma dimensão (a base do retângulo), mas que pode ser simulada pela variação do som produzido pelo Arduino. No caso, é preciso simular o aumento/decréscimo da intensidade do som em função do aumento do comprimento ou diminuição da base do retângulo.

Figura A59 – Radiação solar sobre a superfície da Terra, varia com a latitude



Fonte: Canal Cecierj

Figura A60 – Modelo proposto de variação angular solar e Arduino



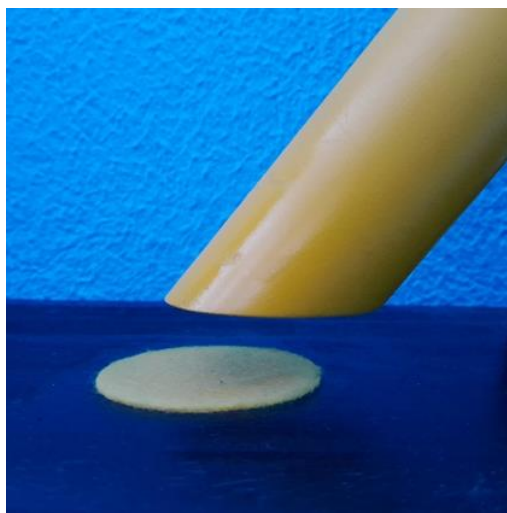
Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala.

Figura A61 – Radiação solar em 30 graus e sua área iluminada



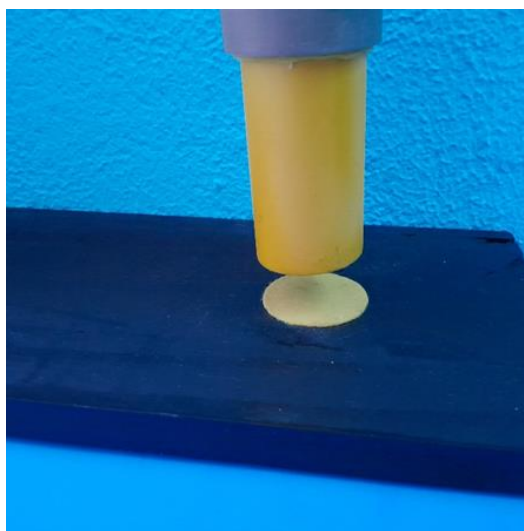
Fonte: Autor – Corte dos tubos de PVC formando ângulos de 30° e 60° respectivamente.

Figura A62 – Radiação solar em 60 graus e sua área iluminada



Fonte: Autor – Corte dos tubos de PVC formando ângulos de 30° e 60° respectivamente

Figura A63 – Radiação solar em 90 graus e sua área iluminada, maior concentração de energia



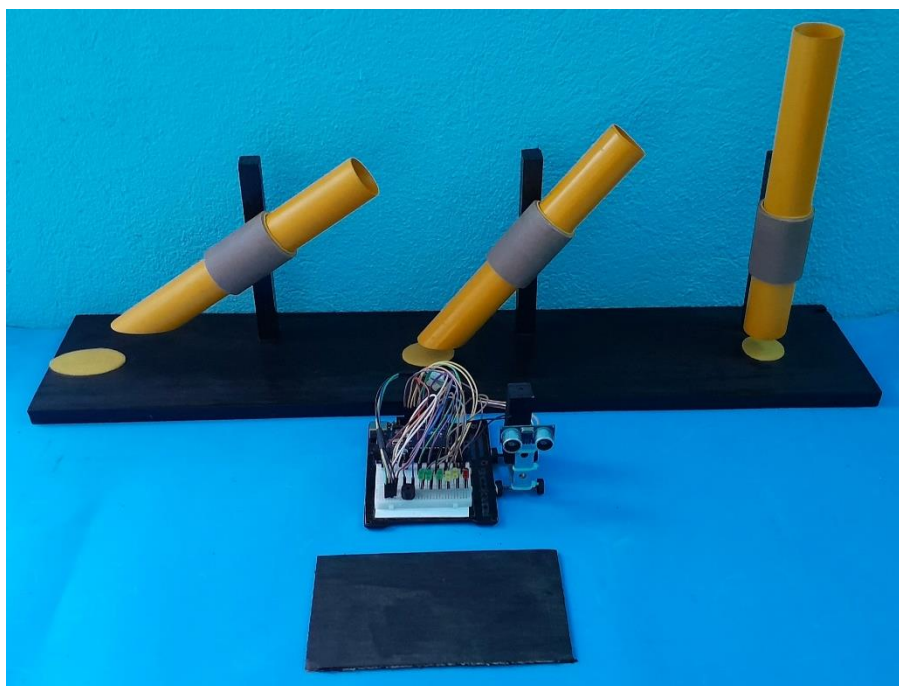
Fonte: Autor – tubo de PVC formando ângulos de 90° com a base.

Figura A64 – Modelo proposto para demonstração de variação angular solar, Arduino e anteparo



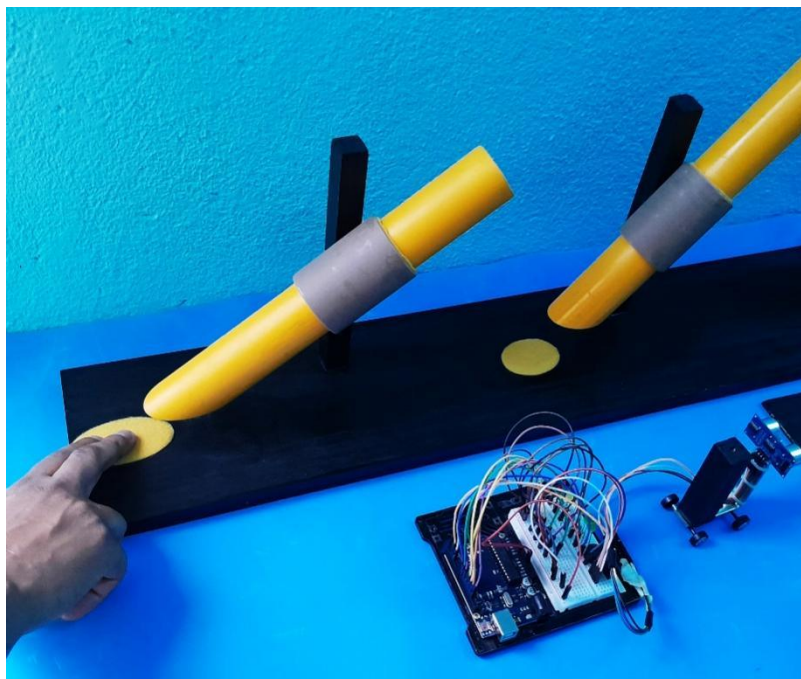
Fonte: Autor – Modelo com os tubos

Figura A65 – Modelo sobre insolação e Arduino



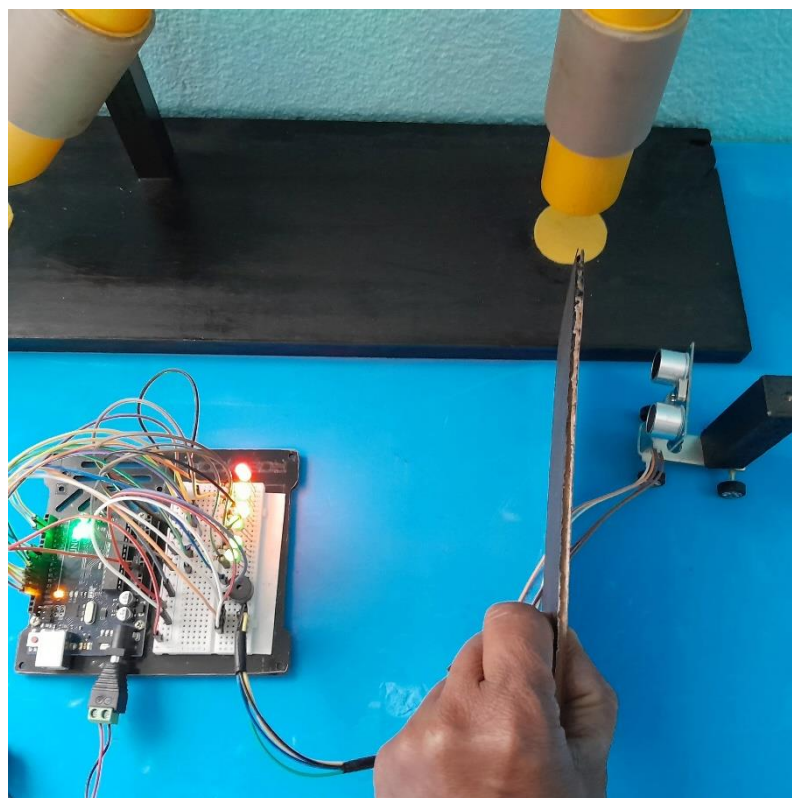
Fonte: Autor – Modelo finalizado com Arduino

Figura A66 – Por meio do tato o aluno cego reconhece área maior, menor concentração de energia



Fonte: Autor – Modelo e Arduino

Figura A67 – Professor utilizando o anteparo para acionamento do sensor do Arduino

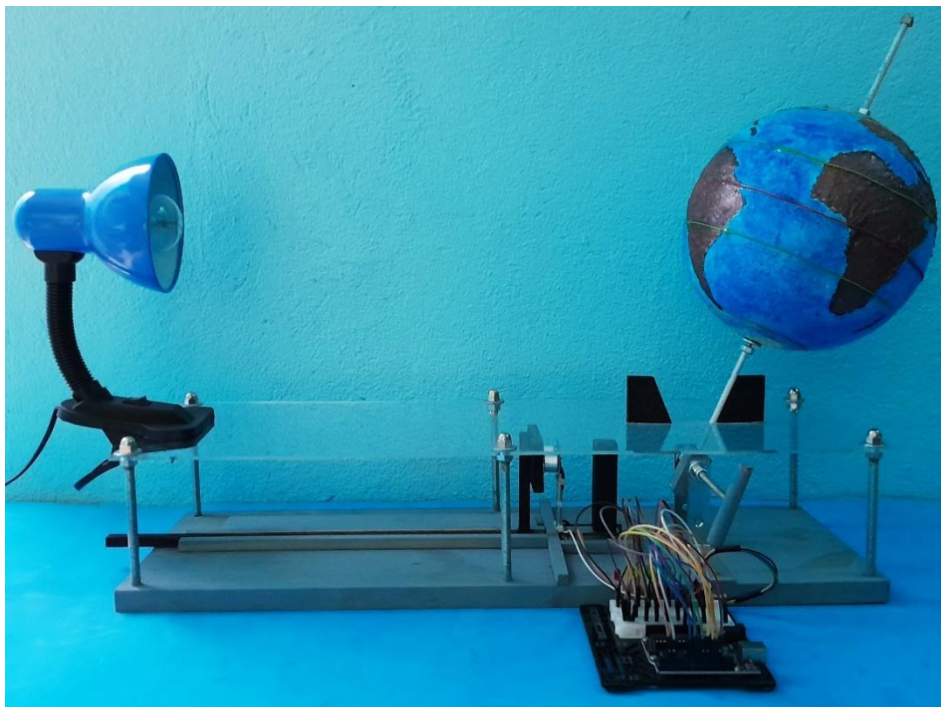


Fonte: Autor – Modelo e Arduino

Aula 3: Fluxo de luz solar

Objetivo: Demonstrar que a quantidade de radiação solar recebida pela Terra não depende somente da duração do dia, mas também o quanto varia em função da latitude e da curvatura da Terra.

Figura A68– Fluxo de luz solar



Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala

Número de aulas: 01

Duração: 45 min.

Material:

Esfera de isopor de 250 mm (diâmetro);

Tintas guache azul e branca;

Tinta relevo marrom;

Luminária;

Barra roscada ou vareta para pipa

Arruela e porcas

Tinta preta;

Placa retangular de madeira;

Placa retangular de plástico rígido ou acrílico;

Fios coloridos (aqueles que estão dentro de cabos de internet);

Arduino.

Montagem: Confeccionar o planeta Terra com a bola de isopor de 250 mm (diâmetro). Transpassar a barra roscada ou a vareta de pipa na bola de isopor (eixo de rotação). Manter o ângulo de $23,5^\circ$. Na base de madeira, construir um trilho. Este servirá para direcionar o anteparo até o sensor de distância do Arduino. Furar a base superior (plástico ou acrílico) e fixar a luminária no lado oposto do planeta Terra. Codificar o Arduino para produção de sons. Utilizar os fios coloridos para colá-los na Terra, a ideia é demonstrar as linhas (imaginárias) paralelas: círculo polar ártico, trópico de câncer, linha do equador, trópico de capricórnio e círculo polar antártico. Tomar muito cuidado com cantos “vivos”. Deixá-los arredondados para evitar acidentes. Usar uma lixa para esse fim.

Manuseio: O professor deverá inicialmente descrever todo o material que foi necessário para a construção do modelo a ser utilizado pelo aluno. Deixar o aluno explorar ao máximo o modelo (Figuras A75, A76 e A77). Estimulá-lo a perceber a presença das linhas imaginárias. Nesse modelo, temos a linha do equador, os trópicos de câncer e capricórnio, círculo polar ártico e o círculo polar antártico. Após essas observações, o professor usará o modelo proposto da seguinte maneira: ligar a luminária (Sol) em direção à Terra. Nessa situação, o aluno já possui a necessária informação de que os raios solares incidem paralelamente na superfície da Terra. Já sabe também que, em função da curvatura do planeta Terra e a inclinação de seu eixo de rotação, esses raios não incidem de forma igual nos dois hemisférios.

Figura A69 – Linha do Equador, trópicos e círculos polares



Linha do Equador, trópicos e círculos polares são perpendiculares ao eixo de rotação da Terra

Fonte: Divulgação/Planetário do Rio de Janeiro

Com a fonte de luz ligada (luminária) e a cada superfície tocada pelo aluno, será reproduzido um som pelo Arduino com intensidades diferentes, (baixa, intermediária e alta) referente a quantidade de energia incidente na linha do equador, e em cada região dos trópicos à medida que é feita a aproximação do anteparo em direção ao sensor de distância do Arduino.

Figura A70 – Linha do Equador, trópicos e círculos polares

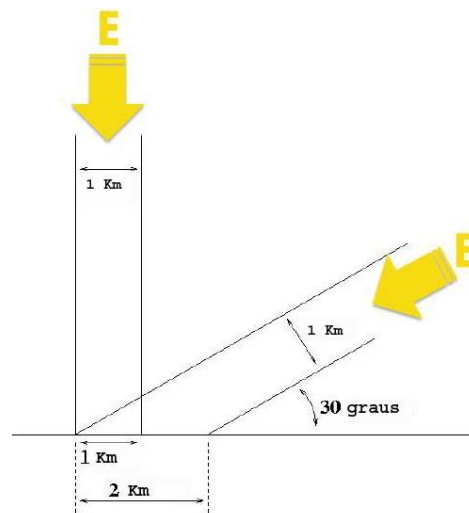


Fonte: Autor – medidas, tamanhos, linhas imaginárias e distâncias fora de escala.

Apoio ao Professor: A Terra

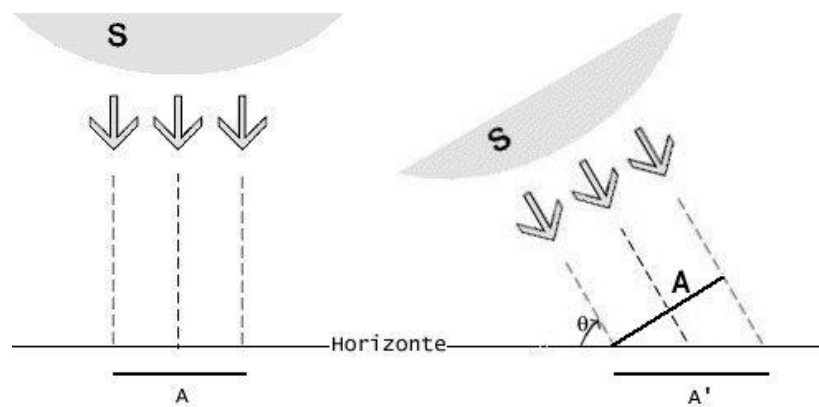
A Terra possui sua superfície curva, e quando os raios solares atingem uma área mais verticalmente, os raios de luz ali se concentram, intensificando um maior fluxo de luz solar, ou seja, menor área, maior a insolação, concentração de energia. Por outro lado, quando esses raios têm uma inclinação menor, a mesma quantidade de energia proveniente dos raios solares é mais espalhada em uma área maior, ocasionando uma menor insolação, concentração de energia (Figura A71).

Figura A71 – Energia solar incidindo na superfície da Terra em dois momentos



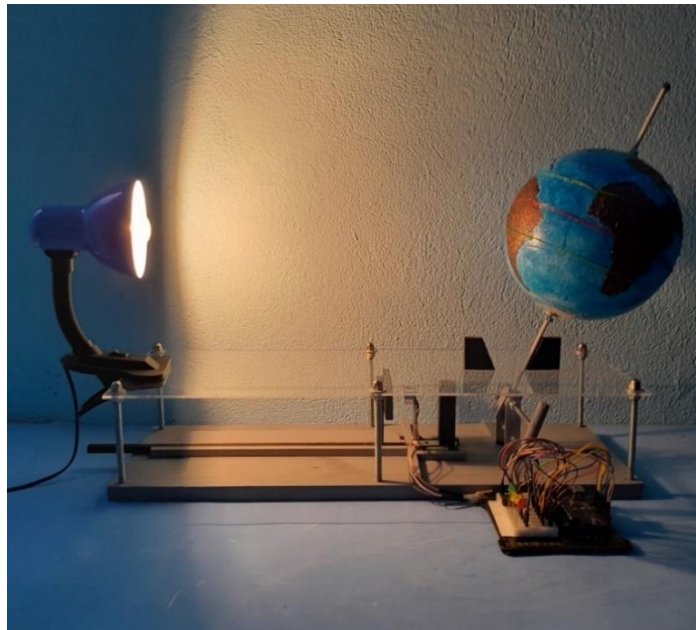
Fonte: Arq.Bio

Figura A72 – Energia solar incidindo na superfície da Terra em dois momentos



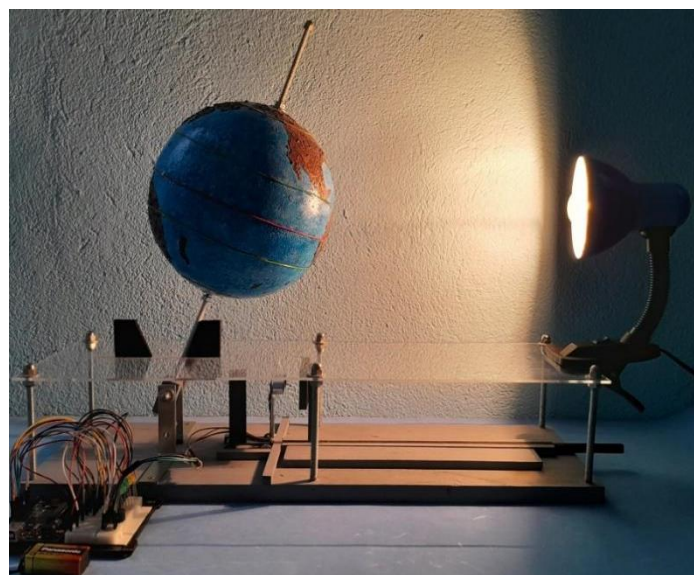
Fonte: Filho e Saraiva

Figura A73 – Fonte de luz direcionada para a Terra



Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala

Figura A74 – Fonte de luz direcionada para a Terra



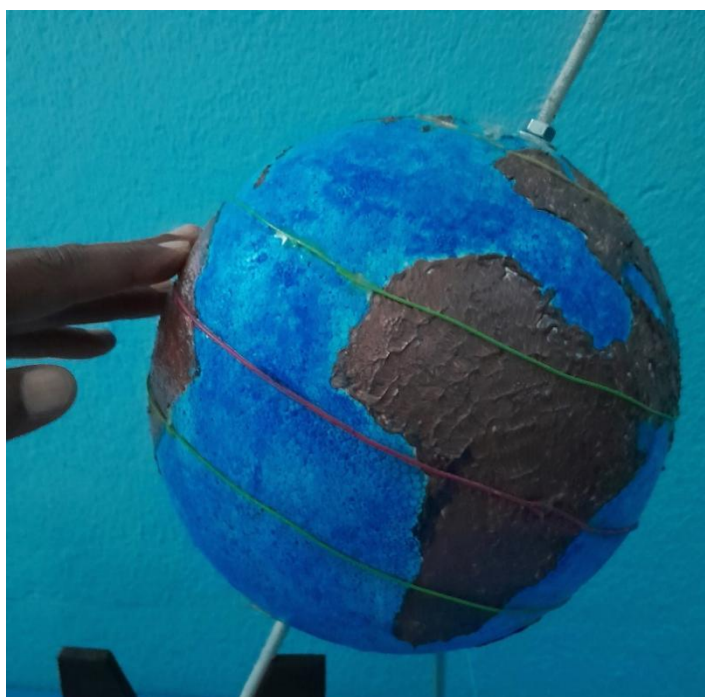
Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala

Figura A75 – Região polar



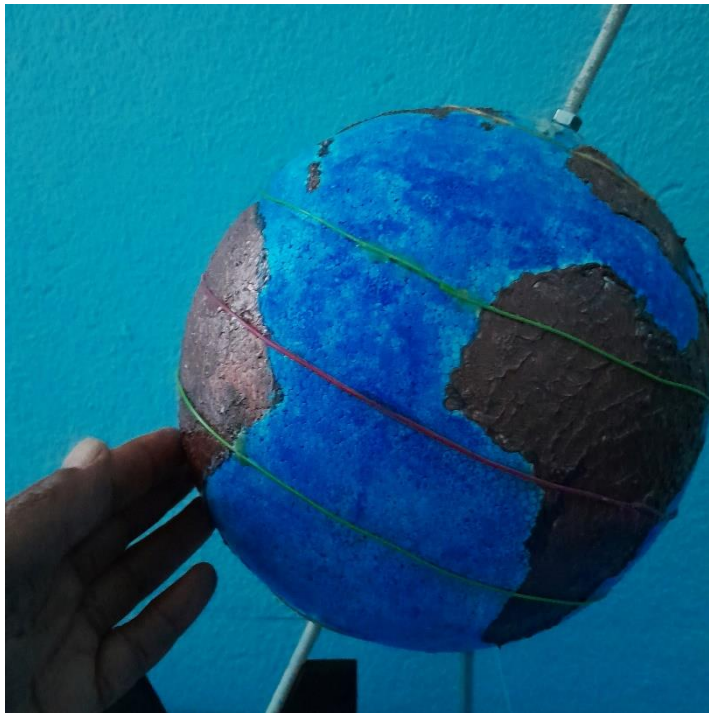
Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala

Figura A76 – Região do Equador



Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala

Figura A77 – Região polar



Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala

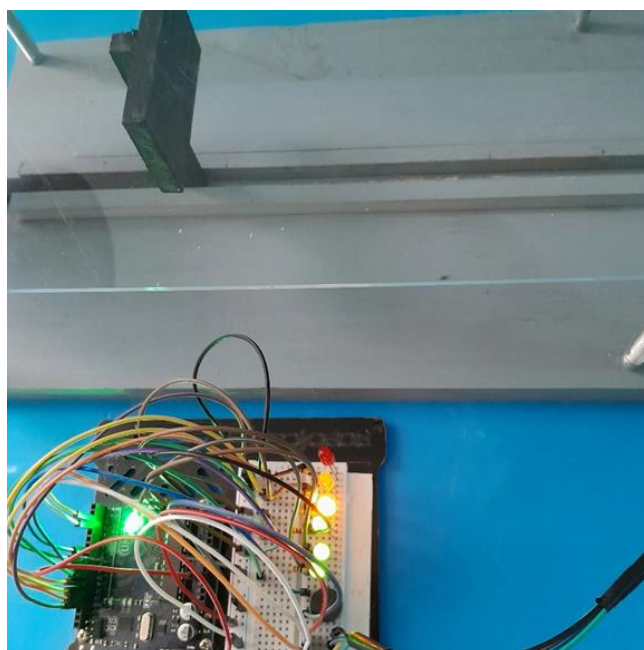
Figura A78 – Variação da altura do Sol com a latitude. Área com a luz solar mais espalhada



Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala

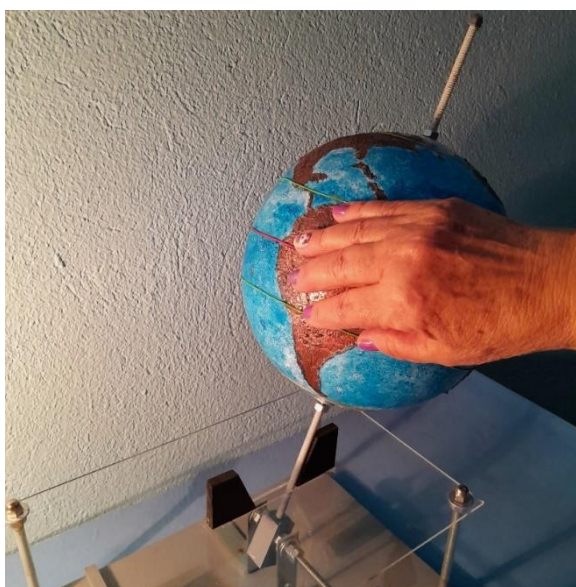
O som produzido pelo Arduino será com uma menor intensidade, controlado pelo professor direcionando o anteparo (preto) na direção do sensor de distância do Arduino. Note a posição do anteparo no trilho.

Figura A79 – O Arduino aciona leds, o acendimento é proporcional às frequências sonoras produzidas



Fonte: Autor

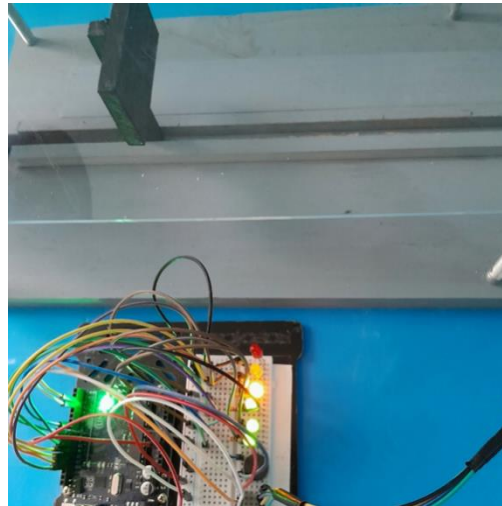
Figura A80 – Raios solares, ao atingirem a superfície da Terra verticalmente, são mais concentrados



Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala

O som produzido pelo Arduino será com uma intensidade média, controlado pelo professor direcionando o anteparo (preto) na direção do sensor de distância do Arduino. Note a posição do anteparo no trilho.

Figura A81 – Leds acesos



Fonte: Autor

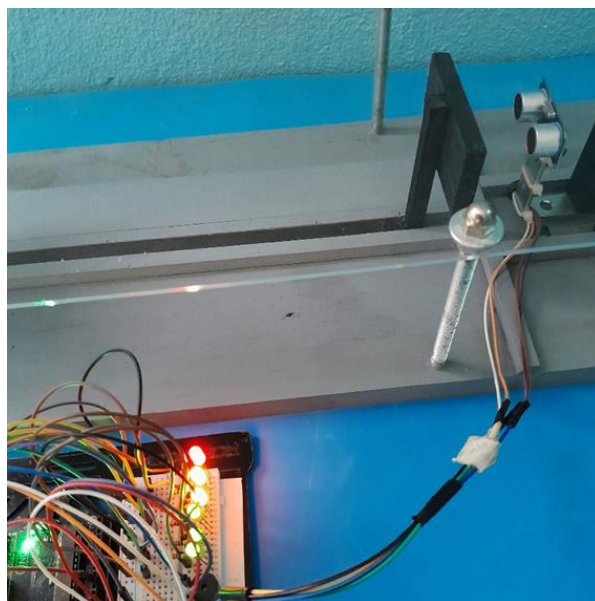
Figura A82 – Raios solares, ao atingirem a superfície da Terra verticalmente, são bem mais concentrados...



Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala

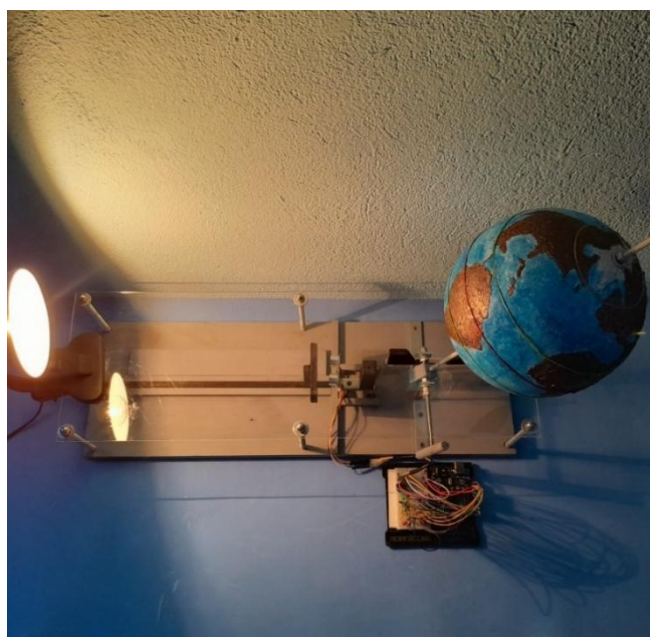
O som produzido pelo Arduino será com uma intensidade alta, controlado pelo professor direcionando o anteparo (preto) na direção do sensor de distância do Arduino. Note a posição do anteparo no trilho.

Figura A83 – Máxima aproximação, maior frequência sonora e todos os leds acesos



Fonte: Autor

Figura A84 – Fonte de luz iluminando a Terra



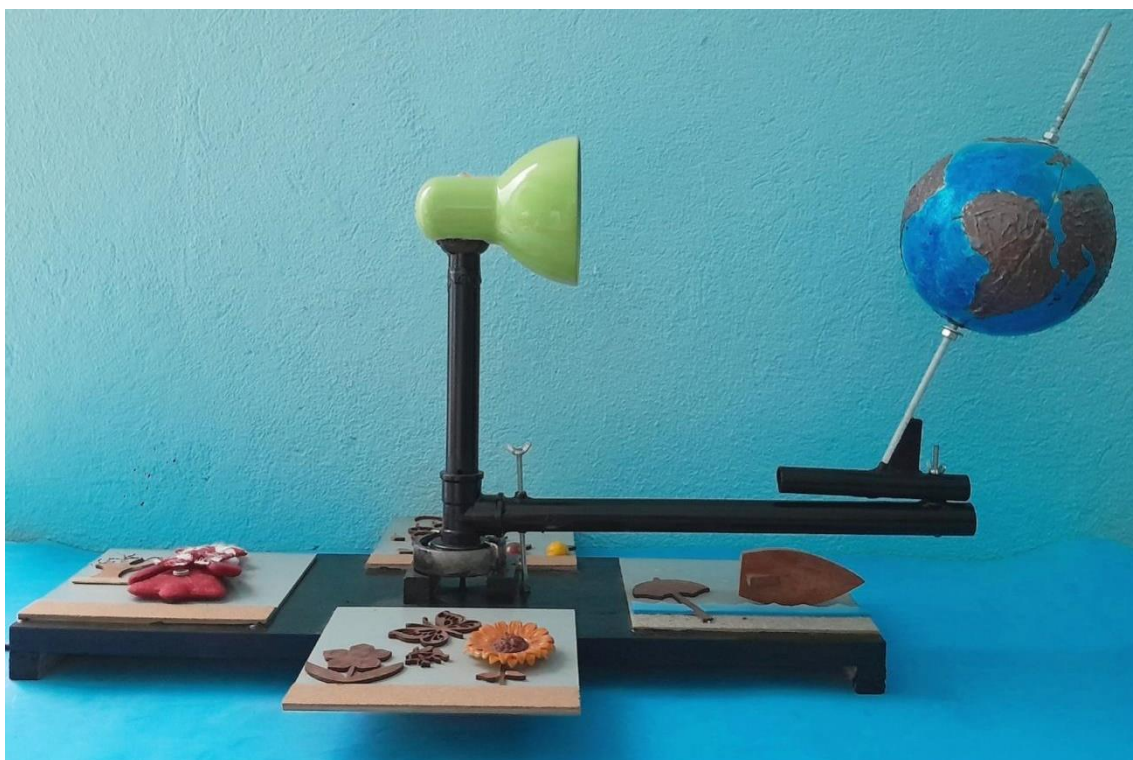
Fonte: Autor – medidas, tamanhos e distâncias fora de escala

Tema 8: Estações do Ano

Aula 1: Variações Climáticas As mudanças climáticas são transformações a longo prazo nos padrões de temperatura e clima. Essas mudanças podem ser naturais, ou humanas.

Objetivo: Demonstrar ao aluno a importância das estações do ano, como elas ocorrem e porque ocorrem, além da sua importância para a vida na Terra. Depois, mostrar a relação das estações do ano com os equinócios e solstícios.

Figura A85 – Modelo Tátil – Estações do ano



Fonte: Autor – Modelo tátil fora de escala, distâncias, tamanhos e cores fantasia

Número de aulas: 01

Duração: 45 min.

Material:

Bola de isopor cerca de 170 mm (diâmetro);

Tubos de PVC, medidas: 10 mm (diâmetro) e 20 mm (diâmetro) com comprimentos de 180 mm e 400 mm respectivamente;

“T” de PVC soldável de 90°;

Rolamento de aço;

Barra roscada ou vareta para pipas;

Luminária;

Cola epóxi (Araldite);

Tinta guache azul e branca;

Tinta relevo marrom;

Porcas;

Arruelas;

Base retangular de madeira;

Papelão;

Tinta preta;

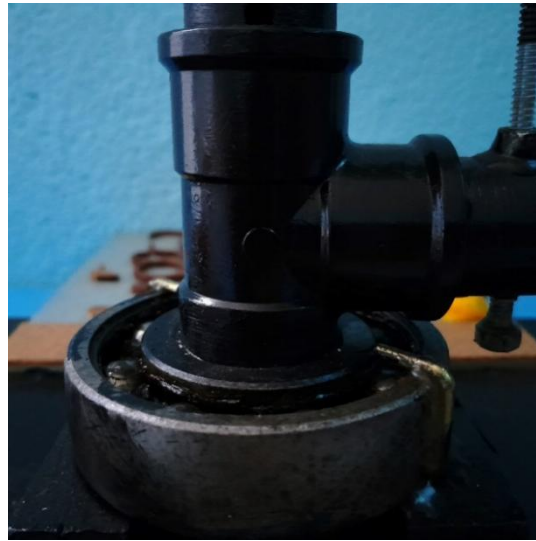
Cola branca;

Materiais (a livre escolha) para confeccionar em placas quadradas de papelão que lembrem as estações do ano (esses materiais podem ser encontrados em lojas de armários ou lojas de artesanato);

Arduino.

Montagem: Com a bola de isopor, confeccionar o planeta Terra usando tinta relevo (continentes) e tinta guache azul e branca (oceano). Deixar secar. Com um pincel, dar uma demão de cola branca na bola de isopor (Terra). Esse procedimento, além de proteger a tinta guache aplicada, evita o desgaste e confere um acabamento muito bonito. Na base de madeira, fixar no centro o rolamento de aço, usando para isso cola epóxi. Com o “T” e os dois tubos de PVC 20 mm, montar uma estrutura em forma de “L”, como mostra a figura abaixo:

Figura A86 – Conexão de PVC “T” utilizado na montagem, para demonstração do movimento de translação



Fonte: Autor

Com o rolamento já colado fixar a estrutura montada em “L” no rolamento de aço, esse mecanismo possibilitará o giro dessa estrutura em 360°. Na ponta do tubo de PVC com comprimento maior, montar uma estrutura giratória como mostrado abaixo:

Figura A87 – O ângulo de 23,5 graus que corresponde a inclinação do eixo de rotação da Terra



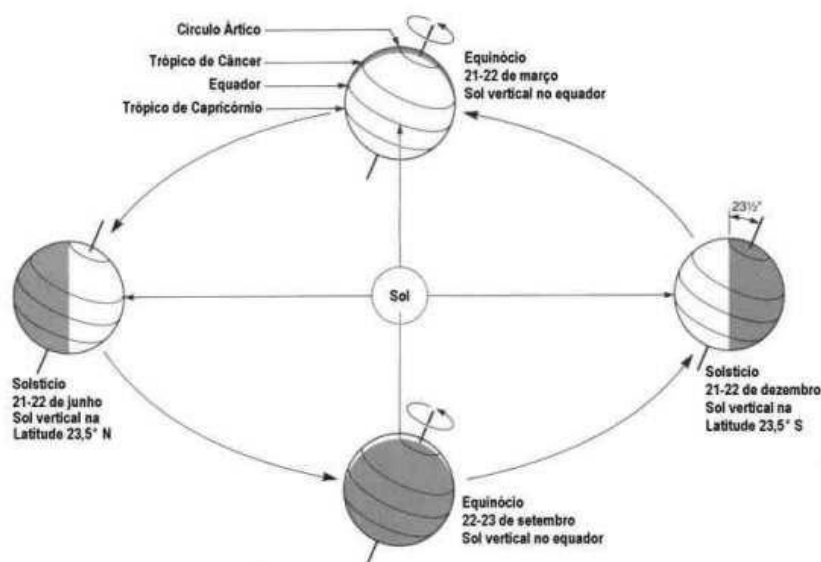
Fonte: Autor

Essa estrutura deve ser articulável, o que possibilitará realizar o posicionamento correto do eixo de rotação da Terra durante o movimento de translação. O eixo deve ficar com uma inclinação de 23,5°. Pintar toda base de madeira e toda estrutura em “L” na cor preta. A

luminária deve ser fixada no tubo de PVC menor, passando pelo interior deste os fios que conduzirão energia à lâmpada. Por fim, o Arduino.

Manuseio: O professor deve fazer com que o aluno tenha contato tátil com todo o material. Descrever todas as estruturas que compõem o modelo tátil, com toda informação possível. Esse tipo de ação cria um ambiente favorável à assimilação do conhecimento e possibilita a autonomia no manuseio do modelo. O professor deve iniciar a atividade promovendo a realização do movimento de translação e simultaneamente executar o movimento de rotação, usando a estrutura em “L” para o movimento de translação e a estrutura giratória para o movimento de rotação. É importante tomar cuidado com a posição do eixo de rotação da Terra, que não muda de posição.

Figura A88 – Posicionamento de eixo de rotação, durante o período de translação



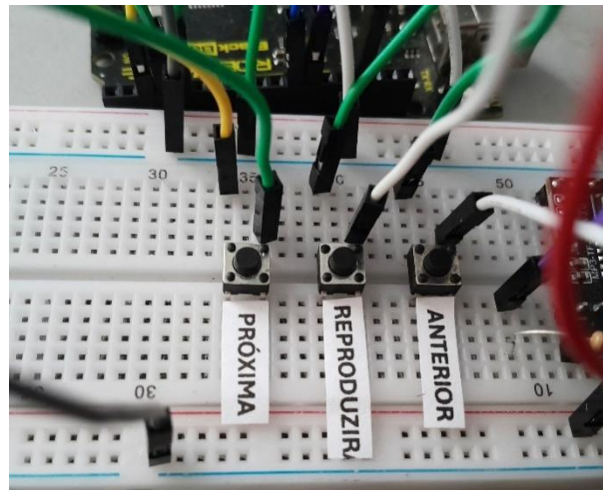
Fonte: Prof. Alice Marlene Grimm

Ao término dessa atividade, o professor inicia informando ao aluno quantas estações existem no decorrer do ano e quais são. Nesta aula, abordaremos as estações que ocorrem ao longo do ano no hemisfério sul: Outono (21/março), Inverno (21/junho), Primavera (21/setembro) e Verão (21/dezembro). Ligar a luminária. Como a estrutura em “L” está toda fixa no rolamento de aço, a Terra ficará sempre com uma face iluminada. É o momento em que o professor relaciona e reforça os conceitos de solstícios e equinócios estudados anteriormente.

Nesse modelo tátil será utilizado o Arduino. Nele está codificado um programa bem simples que executa músicas gravadas em um cartão Mini-SD. O controle dessas músicas é

feito pelo professor por meio de botões controladores ligados a placa do Arduino, com os seguintes recursos: reproduzir, próxima e anterior.

Figura A89 – Placa com botões controladores



Fonte: Autor

As músicas serão reproduzidas e controladas pelo professor quando o hemisfério sul estiver posicionado nos solstícios (verão e inverno) e equinócios (outono e primavera). A cada estação haverá uma placa tátil. Por meio desta, o aluno deverá identificar e dizer qual o nome dela. A música será também reproduzida nesse momento. Esse processo vai ser o mesmo para as outras estações. As músicas aqui reproduzidas e que farão lembrar as estações do ano foram: As Quatro Estações, de Antonio Vivaldi, para o Ensino Médio e Vai e Vem das Estações, do Palavra Cantada, interpretada por Sandra Peres, Paulo Tatit, Monica Salmaso e Arnaldo Antunes, para o Ensino Fundamental I e II.

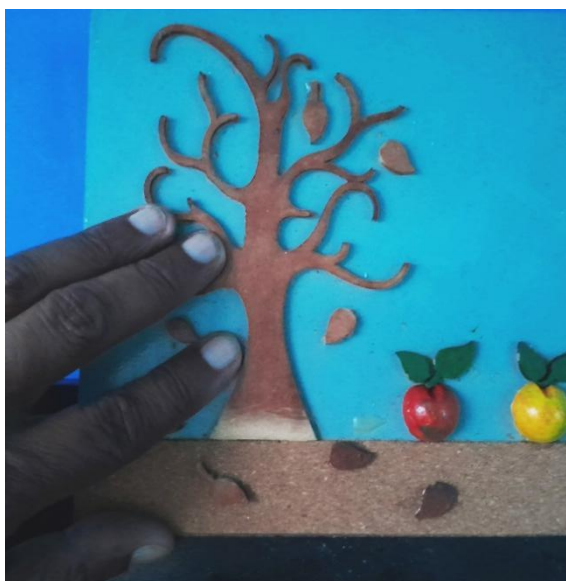
Placas táteis referentes às estações do ano.

Figura A90 – Verão



Fonte: Autor

Figura A91 – Outono



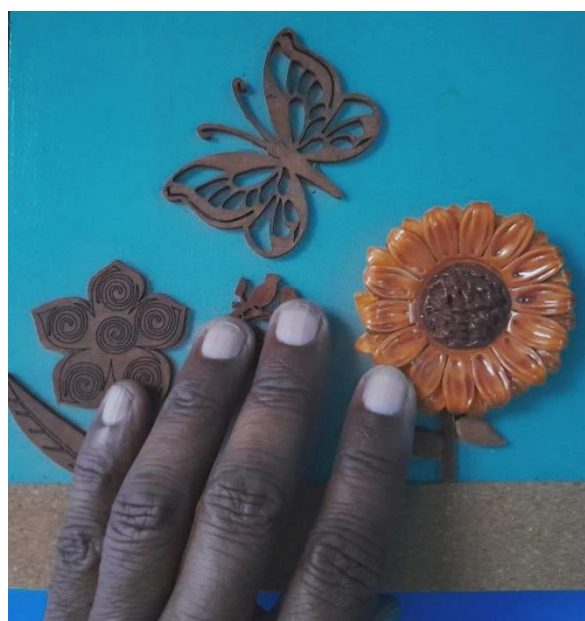
Fonte: Autor

Figura A92 – Inverno



Fonte: Autor

Figura A93 – Primavera



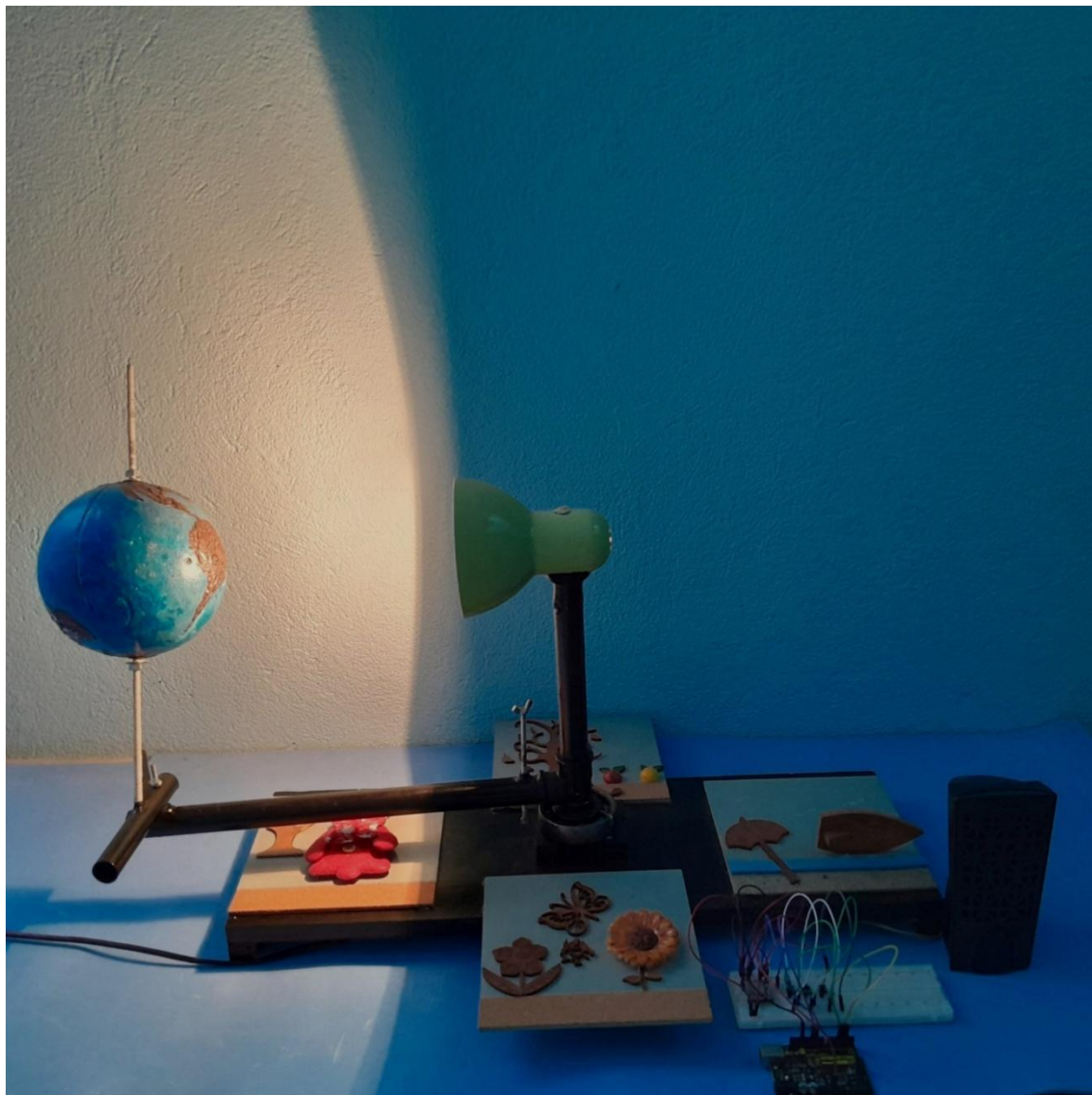
Fonte: Autor

Figura A94 – Modelo tátil Estações do Ano e Arduino



Fonte: Autor – Modelo fora de escala, distâncias, tamanhos e cores fantasia

Figura A95 – Modelo tátil Estações do Ano e Arduino



Fonte: Autor – Modelo fora de escala, distâncias, tamanhos e cores fantasia

Apoio ao professor: Revolução

O movimento que a Terra executa em torno do Sol é chamado revolução. Junta-se a esse movimento o fato de a Terra ter um eixo de rotação cuja inclinação é responsável pelas estações do ano. Se o eixo de rotação fosse perpendicular ao plano de órbita, não teríamos as variações de incidência de luz nos hemisférios e as condições climáticas permaneceriam inalteradas, ou seja, não teríamos estações sazonais. Quando nos afastamos da linha do equador, para norte ou sul, o ângulo de incidência da luz solar varia. O Sol não nasce e se põe no mesmo ponto todos os dias, no entanto existem dois dias do ano em que o Sol nasce no

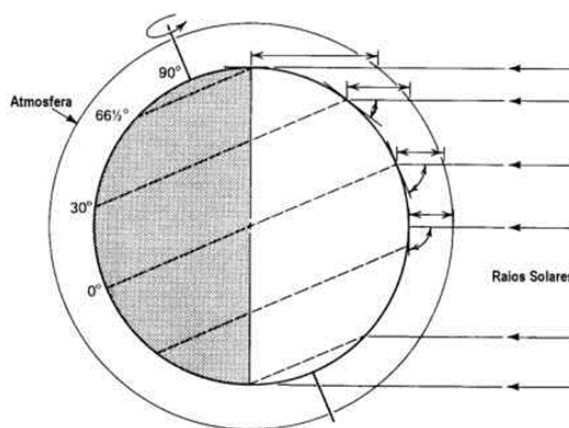
ponto cardinal leste e se põe no ponto cardinal oeste, esse acontecimento é chamado de equinócio. A palavra equinócio vem do latim equi = igual e nício = noite, em que os raios solares atingem a superfície da Terra de forma perpendicular bem na linha do equador. Como consequência, temos o início da primavera e do outono e dias e noites com a mesma duração:

Figura A96 – Equinócio



Fonte: Toda Matéria

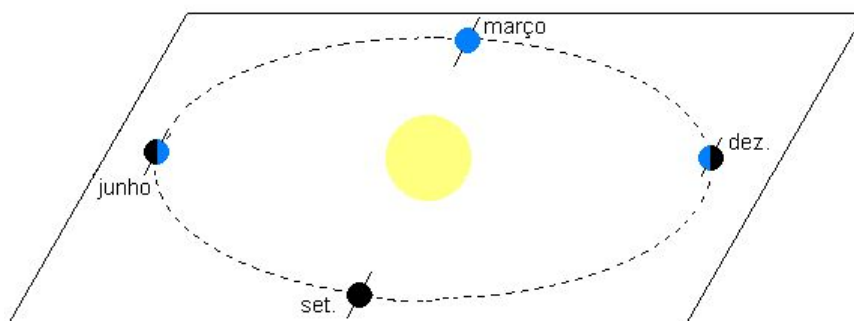
Figura A97– Variação dos ângulos de incidência da luz solar



Fonte: Prof. Alice Marlene Grimm

Na Figura A98, pode-se observar que em março e setembro, a incidência dos raios solares é igual nos dois hemisférios.

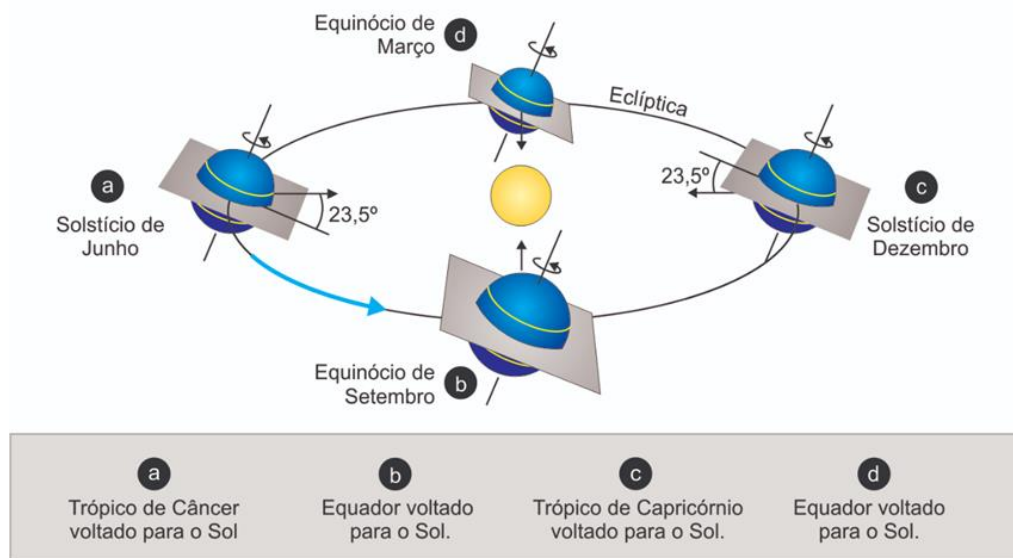
Figura A98 – Março e setembro



Fonte: Ciências para professores do Ensino Fundamental

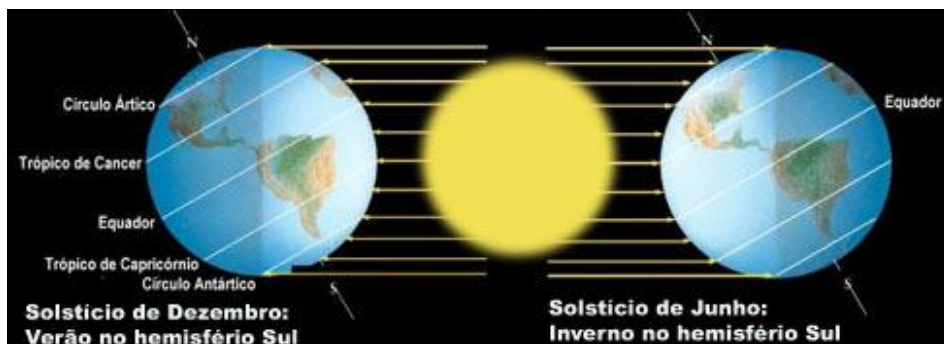
Observando a Figura A99, notamos que os raios de luz incidem de maneira diferente: em junho, o trópico de câncer está mais iluminado; em dezembro é o trópico de capricórnio que tem mais iluminação. Aqui os raios solares chegam de forma perpendicular a um dos trópicos, marcando o início do verão e inverno, é o chamado solstício, do latim Sol + sticium (parado).

Figura A99 – Translação da Terra em torno do Sol durante o ano e a presença dos equinócios e solstícios



Fonte: Saraiva, Filho e Müller

Figura A100 – Solstícios: Junho e dezembro – Hemisfério Sul



Fonte: Apolo11.com

Assim temos:

Equinócio (março e setembro), dia e noite com mesma duração (12h) em todo o planeta.

Solstício (junho), solstício de verão no hemisfério norte e solstício de inverno no hemisfério sul.

Solstício (dezembro), solstício de verão no hemisfério sul e solstício de inverno no hemisfério norte.

Referências

- ANJOS, S. **Sistema Solar**. [S. l.]. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~aga210/2020b/Roteiro8-2020.pdf>. Acesso em 25 jun. 2024.
- APOLO11.COM. **O inverno chegou. Entenda como acontece o Solstício de junho**. Disponível em: https://www.apolo11.com/noticias.php?t=O_Inverno_chegou!_Entenda_como_acomete_o_Solsticio_de_Junho!&id=20080620-071438#google_vignette. Acesso em: 04 jul. 2024.
- ARQ.BIO. **Insolação**: três conceitos fundamentais para entender as mudanças climáticas - parte 1. [S. l.]. Disponível em: <https://arqbio.wordpress.com/2017/02/10/tres-conceitos-fundamentais-para-entender-as-mudancas-climaticas-parte-1-insolacao>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- BANDEIRA, E. A importância da matemática à astronomia. In: **Astronomia Real**. Disponível em: <https://astronomiareal.wordpress.com/2017/01/10/a-importancia-da-matematica-a-astronomia/>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- BERNARDES, L. Solstício e equinócio. **Todo Estudo**. Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/geografia/solsticio-e-equinocio>. Acesso em: 06 nov. 2024.
- BLOGSPOT. *Teoría Planetesimal*. In: **Ciencias del mundo contemporáneo**. Disponível em: <https://cienciasdelmundocontemporaneoemea.blogspot.com/2013/10/tema-1-teoria-planetesimal.html>. Acesso em: 24 jun. 2024.
- BOND, W. H. Qual é a origem do Sistema Solar? In: **National Geographic**. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/espaco/2023/06/qual-e-a-origem-do-sistema-solar>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- BUGLIA, F. Aprenda como utilizar o fator de escala – matemática. In: **Info Enem**. [S. l.], 24 jun. 2016. Disponível em: <https://infoenem.com.br/aprenda-como-utilizar-o-fator-de-escala-matematica/>. Acesso em 30 jun. 2024.
- CARTWRIGHT, M. Nicolau Copérnico. In: **World History Encyclopedia em português**. Tradução: Ricardo Albuquerque. [S. l.]. Disponível em: <https://www.worldhistory.org/trans/pt/1-19243/nicolau-copernico/>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- COELHO, F. O.; FERREIRA, E. P. A. Planetário Itinerante. [S. l.]. Disponível em: <https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/dcnat/Unidades%20de%20Medidas%20Astronomicas>. Acesso em: 25 jun. 2024.

COSTA, J. R. V. Unidades astronômicas. In: **Astronomia no Zênite**, jan. 2004. Disponível em: <https://zenite.nu/unidades-astronomicas>. Acesso em: 25 jun. 2024.

CRUZ, G. C. Lei da Gravitação Universal. In: **Cola da Web**. [S. l.]. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/fisica-geral/lei-da-gravitacao-universal>. Acesso em 25 jun. 2024.

DARROZ, L. M. O planeta Terra. In: **Astronomia: conceitos iniciais**. [S. l.]. Disponível em: https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n20_Darroz/texto_terra.html. Acesso em: 25 jun. 2024.

DINIZ, F. B. Os Efeitos da Latitude sobre a Duração de Dias e Noites. In: **As Belezas do Céu**. [S. l.]. Disponível em: <http://www.astrosurf.com/skyscapes/disc/latitude/latitude.html>. Acesso em: 25 jun. 2024.

D'OLIVEIRA, A.; GOMES, B.; AMIEL, D.; BORDONI, E.; LEE, R. Radiação solar na superfície da Terra: nas altas latitudes é menor que nas baixas latitudes. In: **Canal Cecierj**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://canal.cecierj.edu.br/recurso/8108>. Acesso em 04 jul. 2024.

FILHO, K. S. O. **Astronomia e Astrofísica**. 4. Ed, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

FILHO, K. S. O; SARAIVA, M. S. O. Determinação de Distâncias Astronômicas. In: **Astronomia e Astrofísica**. [S. l.]. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/dist/dist.htm#luz>. Acesso em: 25 jun. 2024.

FILHO. K. S. O. Tabelas Alfonsinas. In: **Biografias**. [S. l.], 21 ago. 2016. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/bib/bibkepler.htm>. Acesso em 25 jun. 2024.

FILHO. K. S. O; SARAIVA, M. F. O. Insolação. In: **Astronomia e Astrofísica**. [S. l.]. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/estacoes/estacoes.htm>. Acesso em: 25 jun. 2024.

FILHO. K. S. O; SARAIVA, M. F. O. Movimento dos Planetas. In: **Astronomia e Astrofísica**. [S. l.]. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/p1/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

FILHO. K. S. O; SARAIVA, M. F. Precessão do Eixo da Terra. In: **Forças Gravitacionais Diferentes**. [S. l.], 17 set. 2016. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/fordif/node8.htm>. Acesso em: 25 jun. 2024.

FRAZÃO, D. Cláudio Ptolomeu: Astrônomo e geógrafo grego. In: **eBiografia**. Disponível em: https://www.ebiografia.com/claudio_ptolomeu/. Acesso em 27 jun. 2024.

FRIAÇA, A. C. S. *et. al* (orgs.). **Astronomia: Uma visão Geral do Universo**. São Paulo: Edusp, 2003.

GLOBO CIÊNCIA: Trópicos, meridianos e círculos, entenda as linhas que cortam a Terra. In: Globo Ciência, 04 mai. 2013. Disponível em:

<https://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/05/tropicos-meridianos-e-circulos-entenda-linhas-que-cortam-terra.html>. Acesso em: 03 jul. 2024.

GRIMM, A. M. Movimentos da Terra, estações. In: **Meteorologia Básica – Notas de Aula**. [S. l.]. Disponível em: <https://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-1.html>. Acesso em: 25 jun. 2024.

HELERBROCK, R. Leis de Kepler. In: **Brasil Escola**. [S. l.]. Disponível em <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/leis-kepler.htm#:~:text=As%20leis%20do%20movimento%20planet%C3%A1rio,massivo%2C%20como%20planetas%20ou%20estrelas>. Acesso em: 25 jun. 2024.

HELERBROCK, R. Primeira Lei de Kepler. In: **Mundo Educação**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/primeira-lei-kepler.htm>. Acesso em: 26 jun. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Introdução à cartografia:** escala. Disponível em: <https://atlasescolar.ibge.gov.br/cartografia/21734-escala.html>. Acesso em 04 jul. 2024.

LEITÃO, J. O. Inclinação axial da Terra. In: **Info Escola**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/astronomia/inclinacao-axial-da-terra>. Acesso em 26 jun. 2024.

MARQUES, G. C; UETA, N. Medindo distâncias muito grandes. In: **e-física**. Disponível em: http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/mecanica/basico/cap04/cap4_05.htm#:~:text=Define%2Dse%20a%20paralaxe%20trigon%C3%A9trica,%C3%A9%2C%20pela%20unidade%20astron%C3%B4mica%20U.A.. Acesso em: 27 jun. 2024.

MATIAS, Á. "Solstício"; In: **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/solsticio.htm>. Acesso em 06 nov. 2024.

MORAES, M. B. S. A. Irradiação térmica. In: **Transmissão de calor**. [S. l.]. Disponível em: https://ppgenfis.if.ufrgs.br/mef008/mef008_02/Beatriz/irradiacao.htm. Acesso em: 25 jun. 2024.

MOREIRA, J. R. S. **Introdução à radiação térmica**. In: **PME 3361 – Processos de Transferência de Calor**. Disponível em: <http://www.usp.br/sisea/wp-content/uploads/2016/11/Aula-21-Radia%C3%A7%C3%A3o-T%C3%A9rmica-Introdu%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em 25 jun. 2024.

MOURA, M. M. Maquete do sistema solar. In: **Phoenix: Observatório Astronômico**. Disponível em: https://www.observatorio-phoenix.org/k_ensaios/24_k15.htm. Acesso em: 26 jun. 2024.

NEW MEXICO MUSEUM OF SPACE HISTORY. **Johannes Kepler**. Disponível em: <https://www.nmspacemuseum.org/inductee/johannes-kepler/>. Acesso em: 26 jun. 2024.

NOWATZKI, Alexei. Solstícios e equinócios. In: **Prof. Alexei Nowatzki**. [S. l.]. Disponível em: <https://profalexeinowatzki.wordpress.com/solsticios-e-equinocios/>. Acesso em: 25 jun. 2024.

OLIVEIRA, H. J. Q. Astronomia parte 2 – Estações do ano. In: **Ciências para Professores do Ensino Fundamental: astronomia**. São Carlos. Disponível em: <http://200.144.244.96/cda/ensino-fundamental-astronomia/parte2.html>. Acesso em: 25 jun. 2024.

OLIVEIRA, R. R. Elipse. In: **Brasil Escola**. [S. l.]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/matematica/elipse.htm#:~:text=A%20excentricidade%20nos%20diz%20o,n%C3%BAmero%20entre%20%20e%201>. Acesso em: 25 jun. 2024.

PAGNO, M. Conheça a paralaxe: conceito da astronomia ajuda a explicar lances polêmicos no futebol. In: **G1**. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia/noticia/2022/12/08/conheca-a-paralaxe-conceito-da-astronomia-ajuda-a-explicar-lances-polemicos-no-futebol.ghtml>. Acesso em: 27 jun. 2024.

PENA, R. A. Precessão dos equinócios. In: **Brasil Escola**. [S. l.]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/precessao-dos-equinocios.htm#:~:text=Como%20j%C3%A1%20destacamos%2C%20a%20precess%C3%A3o,distribu%C3%ADda%20nos%20dois%20hemisf%C3%A9rios%20terrestres>. Acesso em: 25 jun. 2024.

PENA, R. F. A. Precessão dos equinócios. In: **Mundo Educação**. [S. l.]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/precessao-dos-equinocios.htm>. Acesso em: 25 jun. 2024.

RIBEIRO, A. Movimentos Orbitais. In: **Espaço do Conhecimento UFMG**. [S. l.]. Disponível em: <https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/movimentos-orbitais/>. Acesso em: 25 jun. 2024.

RODRIGUES, J. C. Sistema Solar. In: **Astronomia**. [S. l.]. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20022/Jean_Rod/sistema.htm. Acesso em: 25 jun. 2024.

SANTOS, C. P; DOMINICI, T. P. Leitura de objetos de C&T: a coleção do Observatório Nacional no MAST. Rio de Janeiro: **Museu de Astronomia e Ciências Afins**, 2019. – (MAST Colloquia, v. 15). Disponível em: https://www.gov.br/mast/pt-br/imagens/publicacoes/2019/mast_colloquia_15.pdf. Acesso em 27 jun. 2024.

- SANTOS, D. O. **Gravitação**. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20041/Diomar/gravitacao.html>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- SARAIVA, M. F. O; FILHO, K. S. O; MÜLLER, A. M. **Movimento anual do Sol e estações do ano**. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula_movsol.htm. Acesso em: 25 jun. 2024.
- SARAIVA, M. F. O; FILHO, K. S. O; MÜLLER, A. M. **Sistema Solar - Propriedades Físicas dos Planetas**. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aulasisolar.htm>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- SÓ BIOLOGIA. Sistema Internacional de Unidades. In: **Só Biologia**. Disponível em: https://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava_serie/mecanica3.php. Acesso em: 26 jun. 2024.
- SOUSA, R. Estações do ano. In: **Mundo Educação**. [S. l.]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/as-estacoes-ano.htm>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- STECKELBERG, A. J. Movimentos da Terra – Quais são, quando ocorrem e suas consequências. In: **Conhecimento Científico**. [S. l.], 25 nov. 2019. Disponível em: <https://conhecimentocientifico.r7.com/movimentos-da-terra/>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- TERJE, B. Castelo-observatório de Tycho Brahe. In: *Store Norske Leksikon*. Disponível em: https://snl.no/Uranienborg_slott. Acesso em: 27 jun. 2024.
- TODA MATÉRIA. Equinócio. [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/equinocio/>. Acesso em: 6 nov. 2024
- TOFFOLO, E. *et. al.* Leis de Kepler e a Gravitação Universal. In: **XXIX Congresso de Iniciação Científica UNICAMP**. 2021, Campinas. Disponível em: <https://www.prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2021P17855A35631O2896.pdf>. Acesso em 25 jun. 2024.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Metrologia: medidas lineares e de área. In: **Departamento de Odontologia Restauradora**. [S. l.]. Disponível em: https://www.forp.usp.br/restauradora/pg/metrologia/metrologia_med_linea_area/medlinhi.htm. Acesso em 25 jun. 2024.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”. Como se formam as estações do ano. Afinal: o que são solstícios e equinócios? In: **Astrolab UNESP**. [S. l.]. Disponível em: <https://tv.unesp.br/edicao/1942>. Acesso em: 25 jun. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. Jornal dos Clubes de Matemática. In: **Laboratório de Estudos e Pesquisa da Aprendizagem Científica**. [S. l.]. Disponível em: <http://www.mat.ufpb.br/lepac/jcm.htm>. Acesso em: 25 jun. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. A escala do Universo. In: **Observatório Educativo Itinerante**. [S. l.]. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/oei/cgu/sca/sca.htm#:~:text=Uma%20unidade%20astron%C3%B4mica%20%3D%20a%20dist%C3%A2ncia,5%2C203%20unidades%20astron%C3%B4micas%20do%20Sol>. Acesso em: 24 jun. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Gravitação**. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20041/Diomar/gravitacao.html>. Acesso em: 25 jun. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Movimento de translação da Terra. In: **Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física**. [S. l.]. Disponível em: https://ppgenfis.if.ufrgs.br/mef008/mef008_02/Angelisa/translacao.html. Acesso em 25 jun. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Propriedades de estrelas. In: **Observatório Educativo Itinerante**. [S. l.]. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/oei/stars/parallax/stprop.htm>. Acesso em 25 jun. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Solstício. In: **Geometria e trigonometria na resolução de problemas**. [S. l.]. Disponível em: https://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/geotri/modulo3/problema_solsticio.htm. Acesso em: 25 jun. 2024.

WEB FÍSICA.COM. Leis de Kepler. In: **Web Física.com**. [S. l.]. Disponível em: <https://webfisica.com/fisica/curso-de-fisica-basica/aula/3-27>. Acesso em: 25 jun. 2024.

Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Este documento tem como objetivo obter consentimento de participação na Pesquisa de Mestrado do aluno **Hayrton Avelino Monteiro**, regularmente matriculado no curso de **Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo IAG/USP**. A pesquisa tem como objetivo principal estudar a abordagem da Astronomia nos Ensinos Fundamental e Médio. Em uma primeira fase, o trabalho visa detectar necessidades, expectativas e demandas dos professores atuantes nas redes públicas e privadas de ensino; em uma segunda fase, desenvolver objetos de aprendizagem e materiais paradidáticos ou curso digital para atender a demanda de professores, multiplicadores do conhecimento promovendo um aprendizado significativo. Por intermédio deste termo são-lhes garantidos os seguintes direitos: (1) solicitar, a qualquer tempo, maiores informações esclarecimentos sobre esta Pesquisa; (2) sigilo absoluto sobre o nome, apelido, data de nascimento, local de trabalho, bem como quaisquer outras informações que possam levar à identificação pessoal; (3) ampla possibilidade de negar-se responder a quaisquer questões ou a fornecer informações que julgue prejudiciais à sua integridade física, moral e social; (4) opção de solicitar que determinadas falas e /ou declarações não sejam incluídas em nenhum documento oficial, o que será prontamente atendido; (5) desistir, a qualquer tempo, de participar da Pesquisa.

“Declaro estar ciente das informações constantes neste ‘Termo de Consentimento Livre e Esclarecido’, e entendo que serei resguardado pelo sigilo absoluto de meus dados pessoais e de minha participação na Pesquisa. Poderei pedir, a qualquer tempo, esclarecimento sobre esta Pesquisa, recusar a dar informações que julgue prejudiciais a minha pessoa, solicitar a não inclusão em documentos de quaisquer informações que já tenha fornecido e desistir, a qualquer momento, de participar da Pesquisa. Estou ciente em participar da entrevista gravada e também que uma cópia deste termo permanecerá arquivada com o pesquisador aluno da Universidade de São Paulo, responsável por esta Pesquisa.”

Osasco, _____ de _____ de 2024

Participante: _____

E-mail: _____

Telefone: _____

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador

Anexos

Na questão de deficiência visual, existe a condição de cegueira e baixa visão, esta também denominada visão subnormal caracterizada com visão abaixo de 20% em ambos os olhos, nesse caso a pessoa possui funcionalidades visuais preservadas.

Ao se tratar do ensino de Astronomia para alunos com baixa visão, alguns instrumentos ópticos foram desenvolvidos, uns mais antigos foram adaptados e outros recentemente desenvolvidos com o uso da tecnologia, por exemplo:

Lupa de apoio

As lupas manuais são instrumentos que possuem uma lente capaz de aumentar muitas vezes o objeto de leitura. A pessoa precisa segurá-la enquanto realiza a atividade, mas ela permite que o livro, por exemplo, seja mantido a uma distância usual dos olhos.

Figura 1 – Lupa de apoio



Fonte: Blog RetinaPro

Telelupa Monocular

As telelupas são muito utilizadas por pacientes com baixa visão. Elas conseguem ampliar imagens distantes e podem ser utilizadas acopladas aos óculos de leitura ou manipuladas com as mãos. São excelentes para crianças em idade escolar que têm dificuldade para ler, já que possibilitam melhor visibilidade do quadro.

Figura 2 – Telelupa Monocular



Fonte: Civiam

Prisma

Os prismas são instrumentos capazes de mover as imagens do campo visual afetado para uma porção saudável. São excelentes para pacientes que possuem cicatrizes na mácula, mas que ainda apresentam a região próxima da lesão intacta (para onde a imagem será desviada).

Figura 3 – Prisma



Fonte: RetinaPro

Lupa manual com luz acoplada

Lupas de apoio tipo pedra são fabricadas com uma orientação de luz calculada que dirige toda a iluminação possível para o objeto ou texto. Isso permite que a maior quantidade de luz entre na lupa, e por sua vez, ofereça um campo de visão mais brilhante sem o uso de uma fonte de luz adicional.

Figura 4 – Lupa manual com luz acoplada



Fonte: ProVista

OrCam MyEye

A câmera inteligente avançada do dispositivo captura uma imagem do seu ambiente e articula as informações visuais em voz alta e em tempo real.

Figura 5 – OrCam MyEye



Fonte: OrCam

De qualquer forma, os alunos cegos e/ou com baixa visão não têm o tempo de aprendizado se comparado aos alunos videntes, mas nem por isso são menos capazes de aprender conteúdos que só os videntes podem assimilar. A escola, família e o professor devem entender que eles têm dificuldade visual, e que em nada compromete seu aprendizado.

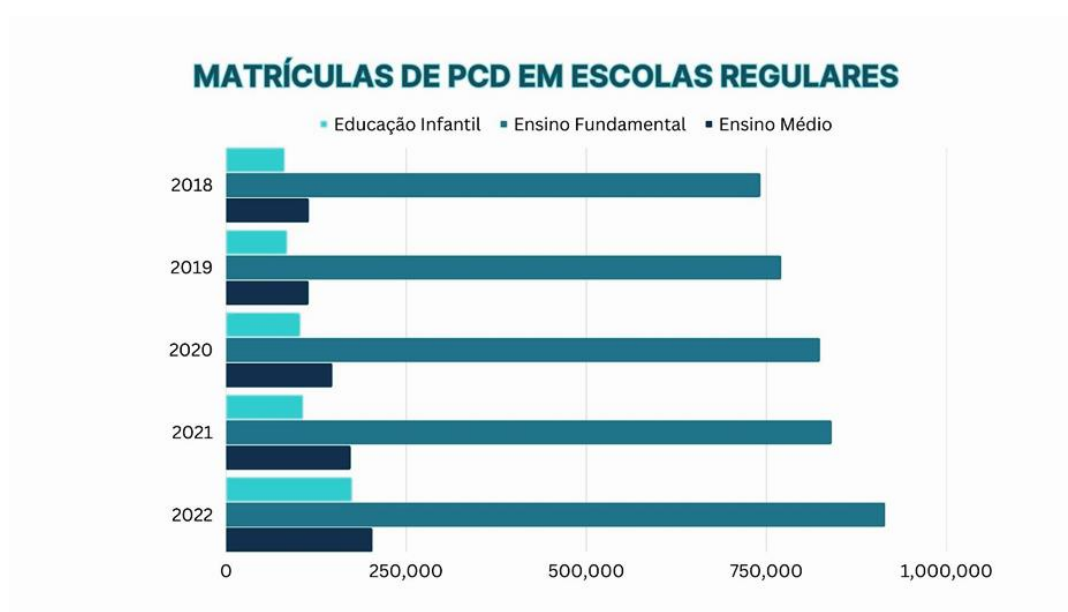
Alguns cuidados são importantes para que o objetivo seja alcançado com pessoas cegas e/ou com baixa visão no âmbito escolar e na vida social, então vejamos alguns deles:

- Precisa de mais tempo para assimilar determinados conceitos, especialmente os mais abstratos;
- Requer estimulação contínua;
- Mostra dificuldade de interação, apreensão, exploração e domínio do meio físico;
- Desenvolve mais lentamente a consciência corporal.

A tecnologia computacional tem oferecido recursos, como softwares, como um programa desenvolvido pelo Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, o software Lentepro, que amplia a tela do computador, mais especificamente para o Windows, e o sistema operacional DOSVOX que possibilita pessoas cegas a utilizar computadores.

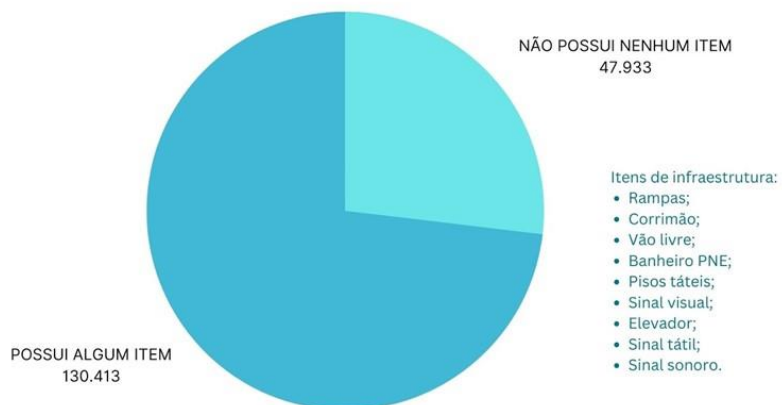
Paralelamente ao uso de instrumentos ópticos e recursos computacionais, as pessoas com baixa visão necessitam de textos ampliados de forma gradual, de maneira a atender as particularidades de cada um, juntamente com o contraste de cores. O uso do recurso de contraste de cores para a pessoa de baixa visão tem-se tornado cada vez mais utilizado. Esse recurso deve ser amplamente utilizado, pois é um facilitador de comunicação textual dentro e fora da escola.

Figura 6 – Matrícula de PCDs em escolas regulares



Fonte: Censo Escolar MEC/Inep. Gráfico: Maria Tereza Castro

Figura 7 – Acessibilidade nas escolas regulares brasileiras.

ACESSIBILIDADE NAS ESCOLAS REGULARES BRASILEIRAS

Fonte: Microdados do Censo Escolar 2022 MEC/Inep. Gráfico: Maria Tereza Castro.

Referências

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da educação básica 2020: resumo técnico** [recurso eletrônico] – Brasília: Inep, 2021.

CIVIAM: **Telelupa Monocular 8x21**. Disponível em: <https://tecnologiaassistiva.civiam.com.br/produto/telelupa-monocular-8x21/>. Acesso em: 28 jun. 2024.

ORCAM: **Tecnologia Assistiva Revolucionária**. Disponível em: <https://www.orcam.com/pt-pt/orcam-myeye> Acesso em: 28 jun. 2024.

PROVISTA: **Lupa Tipo Pedra Eschenbach**. Disponível em: <https://www.provista.com.br/lupa-tipo-pedra#:~:text=Lupas%20de%20apoio%20tipo%20pedra,uma%20fonte%20de%20luz%20adicional>. Acesso em: 28 jun. 2024.

RETINA PRO: Conheça os principais auxílios ópticos para pacientes com baixa visão. Disponível em: <https://retinapro.com.br/blog/saude-dos-olhos/conheca-os-principais-auxilios-opticos-para-pacientes-com-baixa-visao#>:. Acesso em: 28 jun. 2024.