

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

LUCIANA ALVES SALES DA SILVA

**A DIDATIZAÇÃO DO ENSINO DE ASTRONOMIA DENTRO DA
PERSPECTIVA TRANSDISCIPLINAR: UM CAMINHO PARA A
SUSTENTABILIDADE PLANETÁRIA**

São Paulo 2023

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

LUCIANA ALVES SALES DA SILVA

**A DIDATIZAÇÃO DO ENSINO DE ASTRONOMIA DENTRO DA
PERSPECTIVA TRANSDISCIPLINAR: UM CAMINHO PARA A
SUSTENTABILIDADE PLANETÁRIA**

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 pelo Programa de Pós-
graduação do Mestrado Profissional em Ensino de
Astronomia.

Orientador: Prof. Dr. Amâncio César Santos Friaça
Versão Corrigida. O original encontra-se disponível
na Unidade.

São Paulo 2023

“Quando eu morrer, voltarei para buscar os instantes que não vivi junto do mar”

Esse trabalho de pesquisa e escrita é dedicado a todas as mulheres da minha ancestralidade. A todas que me antecederam e que, diferente de mim, não puderam trilhar seus caminhos para uma jornada de vida entregue ao conhecimento, ao ensino, à pesquisa e à ciência. Mulheres ancestrais da minha árvore genealógica, preta, vinda de quilombo; branca, vinda de além-mar. Ambas, e todas as outras depois, a elas essa chance foi negada. Assim como, dedico também às mulheres da minha geração e, principalmente, à todas que virão depois de mim, acredite sempre em você!

AGRADECIMENTOS

À minha fé que me trouxe até aqui porque me fez acreditar no versículo bíblico que diz “posso todas as coisas naquEle que me fortalece. – *Filipenses – 4- 13*. Não duvidem, sem DEUS e a Ele todos os agradecimentos, nada conseguiria ter realizado.

À minha profissão professora, que me faz olhar para cada estudante a mim confiado a possibilidade de transformar os nossos futuros, e por acreditar nisso, cheguei até aqui.

Ao meu emprego, vinculado à Secretaria Estadual de Educação de Pernambuco, fazendo parte da Gerência de Ensino da Metropolitana Norte, na Escola Estadual de Olinda.

A pessoa da Prof.^a Antonieta Trindade, que me ensinou a seguir firme na luta social por uma causa coletiva.

A USP, através do IAG, que me revelou que o universo pode sim ser amplo, belo e infinito através de cada docente, aula, vivência em seus múltiplos espaços.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Amâncio Friaça, astrofísico, cosmologista, astrobiólogo e espiritualizado que muitas vezes a sua simpatia, otimismo, confiança eram transmitidas através de uma voz serena perpassada por um sorriso que sempre apazigua seus estudantes. Meu muito obrigada pela partilha de tanto conhecimento e por ter me mostrado o céu além do céu.

A minha família, oriunda do meu irmão mais novo, sua esposa e meus incríveis sobrinhos José Pedro e Heitor, que quase nada sabendo desse mundo acadêmico, tantas vezes consolou meu coração e tranquilizou minha alma inquieta.

Aos amigos e parentes que, muitas vezes, sem vínculo efetivo sanguíneo, tornou-se parte de mim, e eu, toda parte neles. Aos que me abrigaram, me ouviram, riram comigo e de mim, poucos choraram ao meu lado, graças a DEUS! Aos que me acolheram e ofereceram abrigo, lugar á mesa, refeição feita e guardada. Aos que duvidaram de mim, e até pensaram que esse dia não chegaria, muito obrigada, a sua energia me motivou a ir onde você não consegue ver até hoje.

Aos colegas professores e professoras, alguns amigos pessoais com quais eu pude ter troca e relatos de experiências, fazendo com que esse trabalho tenha muitas mãos e muitas vozes, á propósito, os professores participantes da pesquisa, das Escolas Estadual e privada.

Ao amor, que pulsa latente em mim e tão forte transborda e invade o outro para que este possa ser todo comigo.

E, de todos os agradecimentos, o mais que especial, a mim! Sim! A mim mesma! Eu até hoje não sei de onde vem tanta força e determinação, embora as vezes eu nomeie de teimosia, eu sou grata a mim por ser exatamente assim!

Ao Universo, muito OBRIGADA!

RESUMO

A questão inicial da presente pesquisa foi como didatizar o Ensino de Astronomia na Educação Básica. Este trabalho partiu da análise da presença da Astronomia na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2019 como um dos documentos norteadores para reformulação dos currículos escolares em todas unidades de ensino do país. Verificou-se que os conceitos relacionados à Astronomia ocorriam de maneira diluída e dispersa na BNCC e que o potencial de transversalidade do saber astronômico não era explicitado.

Um campo onde o ensino de Astronomia poderia ser muito relevante mas que ainda é pouco explorado é na educação ambiental, dado o caráter transdisciplinar das ciências ambientais e o poder integrador do saber astronômico. Assim, elaboramos Sequências Didáticas (SDs) transdisciplinares conectando Ensino de Astronomia e educação ambiental, com o objetivo de promover uma educação planetária para a sustentabilidade e o diálogo entre os conhecimentos abordados na escola regular. Respeitamos as competências e habilidades estabelecidas na BNCC e no Currículo de Pernambuco, mas também transcendemos estes fundamentos quando necessário. Dentro da BNCC, integramos a área de Ciências da Natureza com as áreas de Linguagens, Matemática e Ciências Sociais. O produto final desta pesquisa foi um conjunto de SDs para os Anos Finais da Ensino Fundamental (6º ao 9º ano), que foram aplicadas em duas unidades de ensino, uma da rede pública e outra da rede privada da região metropolitana do Recife.

Os resultados obtidos com a aplicação das SDs nas duas unidades de ensino, pertencentes à redes distintas, permitiram comprovar que, tanto na esfera pública quanto na privada, é perfeitamente exequível conectar o Ensino de Astronomia à educação ambiental na Educação Básica, promovendo simultaneamente o letramento científico, a cidadania ambiental e a consciência planetária.

Palavras chave: Ensino de Astronomia; Transdisciplinaridade; Educação ambiental; Letramento Científico; Currículo; Sequências Didáticas; Competências e Habilidades; Sustentabilidade.

ABSTRACT

The initial question of this research was how to teach Astronomy in Basic Education. This work started from the analysis of the presence of Astronomy in the National Common Curricular Base (BNCC), approved in 2019 as one of the guiding documents for the reformulation of school curricula in all teaching units in the country. It was verified that the concepts related to Astronomy occurred in a diluted and dispersed way in the BNCC and that the potential of transversality of astronomical knowledge was not made explicit.

A field in which astronomy teaching could be very relevant but which is still little explored is in environmental education, given the transdisciplinary nature of environmental sciences and the integrative power of astronomical knowledge. Thus, we elaborated transdisciplinary Didactic Sequences (DSs) connecting Astronomy Teaching and environmental education, with the objective of promoting a planetary education for sustainability and the dialogue between the knowledge covered in regular school. We respect the skills and abilities established in the BNCC and in the Pernambuco Curriculum, but we also transcend these fundamentals when necessary. Within the BNCC, we integrate the area of Natural Sciences with the areas of Languages, Mathematics and Social Sciences. The final product of this research was a set of SDs for the Final Years of Elementary School (6th to 9th grade), which were applied in two teaching units, one from the public network and the other from the private network in the metropolitan region of Recife.

The results obtained with the application of SDs in the two teaching units, belonging to different networks, allowed proving that, both in the public and private spheres, it is perfectly feasible to connect Astronomy Teaching to environmental education in Basic Education, simultaneously promoting scientific literacy, environmental citizenship and planetary awareness.

Keywords: Astronomy teaching; Transdisciplinarity; Environmental education; Scientific Literacy; Curriculum; Didactic sequences; Skills and abilities; Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. A “receita” do Universo	35
Figura 4.1. Azulejo com o lema do imperador Carlos V, “plus ultra”	39
Figura 4.2. Movimento de translação da Terra e as estações	43
Figura 4.3. Bandeira do Império do Brasil, com a esfera armilar ao centro	44
Figura 4.4. A parte iluminada da Terra pelo Sol, como dada pelo aplicativo da ISS	45
Figura 4.5. Zonas climáticas	48
Figura 4.6. O município de São Paulo cruzado pelo Trópico de Capricórnio	50
Figura 4.7. A sombra ao meio-dia projetada por um gnômon, segundo a perspectiva das zonas temperadas	57
Figura 4.8. Comprimento da sombra de um gnômon nos equinócios e nos solstícios para 6 capitais brasileiras com latitudes representativas	58
Figura 4.9. Etapas da montagem do gnômon portátil pelo artesão “Seu” Mário.	59
Figura 5.1. Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODSs) da ONU.	63
Figura 5.2. Turma do sexto ano do segundo horário de aulas	65
Figura 5.3. Recursos da aula	66
Figura 5.4. Planisfério político do IBGE	68
Figura 5.5. Registro da equipe 2 do segundo horário da manhã	70
Figura 5.6. Registro da equipe 10 do segundo horário da manhã	71
Figura 5.7. Registro da equipe 1 do quinto horário da manhã	71
Figura 5.8. ExpoCiência 2022: A Agenda 2030 e as 17 ODS	76
Figura 5.9. ExpoCiência 2022: Energia limpa e acessível	77
Figura 5.10. ExpoCiência 2022: Energia Solar	78
Figura 5.11. ExpoCiência 2022: Exploração Espacial	79
Figura 5.12. ExpoCiência 2022: A Importância da Galáxia	80
Figura 5.13. ExpoCiência 2022: EcoBags	80
Figura 5.14 Aula da professora de português, Prof. ^a Paula, abordando a temática da SD	89
Figura 5.15. Mapa conceitual sobre astronomia, durante a aula de língua portuguesa	90
Figura 5.16. Aula de português: poema com inspiração no Sistema Solar	91
Figura 5.17. Construindo o vocabulário astronômico nas aulas de língua inglesa.	92

Figura 5.18. Aula de história “Da Cosmologia à Mitologia”	92
Figura 5.19. Laboratório de transdisciplinaridade “A Esfera e o Mundo”.	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1. Longitude e latitude das capitais brasileiras	51
Tabela 5.1. Professores da Escola Estadual Sigismundo Gonçalves	62
Tabela 5.2. Professores do Colégio Santa Maria	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1. Disciplina Lecionada	82
Gráfico 5.2. Ano que leciona	83
Gráfico 5.3. Turno que leciona	84
Gráfico 5.4. Dia da semana que leciona	84
Gráfico 5.5. Conteúdo da SD que está ministrando	85
Gráfico 5.6. Preparação prévia e sondagem do nível de conhecimento dos estudantes	87
Gráfico 5.7. Conhecimento prévio dos estudantes	88

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Justificativa de pesquisa	18
1.2	Hipótese	21
1.3	Objetivos	21
1.3.1	<i>Objetivo Geral</i>	21
1.3.2	<i>Objetivos Específicos</i>	22
2	OLHE PARA O CÉU	23
3	CONECTANDO O ENSINO DE ASTRONOMIA À EDUCAÇÃO AMBIENTAL	27
3.1	Sequências didáticas para o ensino de astronomia e educação ambiental	29
3.2	A Transdisciplinaridade conecta ensino de astronomia e educação ambiental	30
3.3	Astrobiologia, habitabilidade, sustentabilidade e educação ambiental	34
4	SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NA INTERFACE DA ASTRONOMIA COM MEIO AMBIENTE	37
4.1	Construção das sequências didáticas	37
4.1.1	<i>A referência à BNCC e sua transcendência</i>	37
4.1.2	<i>O elemento visual na textualidade – uma proposta de momentos pedagógicos</i>	39
4.2	Contexto astronômico incluído nas sequências didáticas	41
4.2.1	<i>O movimento de translação e a causa das estações</i>	41
4.2.2	<i>Chauvinismo das zonas temperadas</i>	46
4.2.3	<i>Investigando a rotação e a translação da Terra com o gnômon</i>	54
5	VIVÊNCIAS	60
5.1	Vivência do projeto de pesquisa na escola privada	64
5.1.1	<i>Aplicação da SD para o 6º ano em aulas experimentais de Ciências</i>	64
5.1.2	<i>Impactos das SDs nos trabalhos apresentados na ExpoCiência 2022</i>	73
5.2	Vivência do projeto de pesquisa na escola pública	81

6. CONCLUSÕES E ABERTURAS	95
7. REFERÊNCIAS	97
APÊNDICE 1	103
APÊNDICE 2	141
APÊNDICE 3	160
APÊNDICE 4	206

1. INTRODUÇÃO

“Ao contrário do que muitos supõem, a Astronomia não é a razão de deleite de alguns poucos. A Astronomia nasceu e cresceu gradativamente [**desde os primórdios da civilização humana**] para suprir necessidades sociais, econômicas, religiosas, e **também, obviamente, culturais [grifo nosso].**”

(BOCZKO, 1984, p. 2.)

Desde os seus primórdios, a Astronomia expôs a limitação da compreensão humana perante complexidade do universo. Ela sempre foi uma estratégia profunda de lidar com o complexo, orientando-nos na compreensão da vastidão do tempo e da extensão do espaço. Quando o mundo passou por transformações profundas, a Astronomia sempre apresentou avanços respondendo de modo criativo a novos problemas. Assim, o ensino de Astronomia revela-se muito relevante para enfrentar a crise ecológica. No atual contexto, considerando o cenário mundial, enfrenta-se uma crise sanitária devastadora, a pandemia da Covid-19. No Brasil, os efeitos da SARS- Covid-2 não se limitou apenas ao sistema de saúde mas impactou de modo devastador a educação. É preciso pensar no período vindouro, o pós-pandemia. Acredita-se que o Pós-Pandemia modifique drasticamente a forma da sociedade se organizar em diferentes segmentos. Desde ao mundo do trabalho, no qual o home office vem se tornando uma realidade cada dia mais permanente e indispensável, as relações sócio-interativas das pessoas. Considerando os sistemas de ensino, algumas mudanças mesmo tendo sido implementadas de maneira verticalizada, o ensino híbrido, a sala de aula invertida e o *home schooling* estão tornando-se comum. Assim sendo, repensar o currículo escolar nunca foi tão necessário. Cenários nacionais e internacionais apontam para a necessidade de promover uma educação planetária e sustentável, com novas formas de pensar e repensar a ordem do consumo desenfreado. A Organização das Nações Unidas (ONU) em seu documento norteador para os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) para o decênio (ONU, 2021), aborda a necessidade de uma EDUCAÇÃO DE QUALIDADE (o ODS de número 4). O planeta urge por ações sustentáveis em segmentos basilares para permanência da vida na Terra, recursos antes imaginados como infintos, hoje estão violentamente ameaçados, tais como: a água, principal biossolvente natural, indispensável para manutenção de qualquer forma de vida, como o uso de fontes

de energias, sejam elas de origem fóssil e/ou de qualquer outro recurso natural. O letramento científico, e com grande peso o ensino de Astronomia, fundamenta a consciência necessária nesse contexto. A Astrobiologia, em particular, assinala que, dentro de um contexto cósmico, a vida como a conhecemos exige a presença de 1) uma fonte de energia (o Sol, no caso da Terra); 2) um biossolvente (a água, no caso da vida terrestre), o que traz aportes de grande alcance para as ODS 6 (ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO) e 7 (ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL).

A Astronomia, como a mais antigas da ciências, é apta a realizar a integração entre os saberes, tão necessário para a orientação do ser humano em um mundo de complexidade crescente. Assim, ela tem um imenso poder para promover o ODS de número 4 (EDUCAÇÃO DE QUALIDADE), ao revelar as conexões entre as diversas ciências. Porém, quando se fala de Ciências, mesmo nos tempos hodiernos, ainda é comum a ideia pré-concebida de que é para poucos e quase raros seres humanos privilegiados com uma inteligência afortunada. Isso vem sendo construído e fortalecido há décadas, quiçá há séculos!

O contrassenso reside justamente quando pessoas comuns, por alguma razão, em geral são “despertadas” e/ou aguçadas na escola regular por algum professor que costuma ser da área específica. Assim sendo, ao debruçar-se sobre os fundamentos epistemológicos das ciências, ou, como prefere definir Morin (2002), os saberes, logo se compreende essa ideia, há muito alimentada, da inacessibilidade dos saberes científicos por qualquer indivíduo que se dedique a percorrer seus múltiplos caminhos e trajetórias. Em contrapartida a essa hipótese, percebe-se que é algo não só possível, mas, exequível e extremamente necessário.

Ao mesmo tempo, há de se reconhecer que as ciências, mesmo aquelas que aparentam estar muito distantes do dia-a-dia, têm um imensos impactos na humanidade, que ultrapassam a construção do conhecimento e se estendem desde o campo simbólico até as aplicações práticas. Como lembra Boczko (1984, p.2), “No presente, as viagens espaciais são possíveis graças à tecnologia desenvolvida aliada à alta precisão dos dados astronômicos disponíveis. Não há como negar a honra que tais viagens causam à humanidade, mesmo os que não veem nelas aplicação direta imediata, devem reconhecer os avanços tecnológicos que eventos incutiram em diversos ramos da atividade humana,

como por exemplo a miniaturização, largamente utilizada tanto na vida social como na medicina e outras ciências.”

É necessário estabelecermos um paralelo fundamental neste momento, a distinção entre “importância” e “relevância”. Ao tratarmos de ensino e didatização de saberes não há como enfatizar que um determinado conhecimento é importante, ou mais ou menos, que outro na escola. Porém, é fundamental que reflitamos a respeito de relevâncias. Desta feita, o “Ensino de Astronomia na Educação Básica” não é algo no domínio semântico da “importância”, uma vez que é indiscutível, mas sim, no da “relevância”. Embora os documentos regularizadores da Educação no país ainda dissolvam os saberes pertinentes à Astronomia em diferentes componentes curriculares, não só deixando de referenciar diretamente a relevância do ensino desse saber, como criando uma dificuldade para prática docente, considerando que, ao diluir conceitos e fundamentos astronômicos relevantes para o letramento científico do estudante na Educação Básica, ainda compromete a didatização do conteúdo porque, na maioria das vezes, o profissional de educação não se sente preparado para tal abordagem.

Além dessas dificuldades e divergências conceituais supracitadas, enfatiza-se a relevância do ensino de Astronomia na Educação Básica acreditando que, o letramento científico é uma competência e direito de aprendizagem do estudante, prevista na BNCC, a parte destinada às **COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL (BRASIL, 2018, p. 276)** ao assinalar que ensinar ciências na escola, tem entre várias relevâncias, a saber, a competência específica 2:

“Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas e socioambientais e do mundo do trabalho [...]”

Assim, é indispensável que cidadãos e cidadãs brasileiras tenham competências e habilidades desenvolvidas na escola não só para as áreas de linguagens e matemática, mas, para a construção de um cidadão apto para o exercício de sua cidadania plena, entre os recursos fundamentais, está o conhecimento das ciências da natureza.

Em relação à educação ambiental, a Astronomia assim como a Astrobiologia e a Cosmologia, ocupa uma posição privilegiada ao suscitar indagações sobre o nosso lugar no cosmos e sobre a origem e o futuro do Universo, e, assim, sobre o futuro da vida na Terra e no Universo e da própria humanidade. A Cosmologia posiciona todos os

componentes cósmicos em suas relações uns com os outros, as vezes de interdependência, as vezes hierárquicas. O Universo é o maior de todos os ecossistemas. Nas palavras do cosmólogo Martin Rees, “a cosmologia é maior das ciências ambientais” (REES, 2001, p. 180), já que um dos seus objetivos é entender como um Big Bang simples gerou toda a complexidade do Universo em que vivemos. Já a Astrobiologia assinala o caráter não trivial da vida no Universo e enfatiza que qualquer biosfera, tanto terrestre quanto alienígena, tem um valor inestimável. Isso nos leva a adotar uma ética planetária de preservar o ambiente em qualquer mundo, e em particular na Terra, o que é especialmente preocupante com a possibilidade de uma nave espacial causar contaminação biológica na saída da Terra (*forward biological contamination*) ou no retorno (*back biological contamination*), como assinalado no segundo princípio do *NASA Astrobiology Roadmap*:

A astrobiologia incentiva o manejo planetário por meio da ênfase na proteção contra a contaminação biológica na saída e no retorno e o reconhecimento de questões éticas associadas à exploração. (DES MARAIS, 2018)

A perspectiva planetária aberta pela Astronomia fornece suficientes subsídios para contribuir com o desenvolvimento da consciência ambiental na educação básica. A Astronomia pensa a Terra como um planeta, e ao quantificar a ação humana no ambiente planetário, damo-nos conta da necessidade de refrearmos o nosso impacto de modo a não degradarmos a biosfera como um todo. Ela auxilia a desenvolver a tão necessária Competência Geral 7 da BNCC (BRASIL, 2018):

7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos e a **consciência socioambiental em âmbito local, regional e global**, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. **[grifo nosso]**

1.1 Justificativa de pesquisa

Com a homologação da Base Nacional Comum Curricular - BNCC, surgiram muitos questionamentos entre os profissionais de Educação do Brasil. Dúvidas, incertezas, conflitos etc. De acordo com o texto de introdução da BNCC no qual define que o documento passa a ser “Referência nacional para a formulação dos currículos dos sistemas e das redes escolares dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e das propostas pedagógicas das instituições escolares, a BNCC integra a política nacional da Educação Básica e vai contribuir para o alinhamento de outras políticas e ações, em

âmbito federal, estadual e municipal, referentes à formação de professores, à avaliação, à elaboração de conteúdos educacionais e aos critérios para a oferta de infraestrutura adequada para o pleno desenvolvimento da educação.” (BRASIL, 2019, p. 10) Dentro desse cenário, os Estados e Municípios subordinados à Federação do país, se viram obrigados a revisitar seus currículos e, necessariamente, debruçaram-se em reformulações e adequações para atender às exigências contidas no mais recente documento referenciador para o processo de ensino e aprendizagem nas unidades de ensino regular do país. Assim sendo, foi publicado no ano de 2019, o Currículo de Pernambuco - CPE, com o objetivo de complementar as orientações contidas na BNCC, no qual fica explícito que o referido documento é orientador para elaboração de um currículo escolar nacional comum a todos os entes da Federação brasileira em suas unidades de Educação Básica, com o destaque que o documento representa apenas sessenta por cento das Competências e Habilidades que deverão ser desenvolvidas na escola regular, os quarenta por cento é de competência de cada secretaria de Educação estadual e/ou Municipal complementar com um documento norteador próprio no qual constem as demandas específicas de cada região do país. Desta feita, o Estado de Pernambuco foi um dos primeiros a lançar um documento norteador específico para atender à necessidade supracitada pela BNCC, surgindo assim o CPE. Ao se debruçar sobre o documento do CPE da área de ciências da natureza (PERNAMBUCO, 2019, p.429-466), chama atenção o fato de haver muito menos detalhamento e, por vezes, menos rigor, na proposta de ações em ambiente escolar do que o CPE de língua portuguesa (PERNAMBUCO, 2019, p.77-258) e o de matemática (PERNAMBUCO, 2019, p.351-458). Essa situação é atestada tanto pela menor extensão dedicada a cada uma dessas áreas (37 páginas para ciências naturais, 107, para matemática e 181, para língua portuguesa), como é revelada por uma análise textual dos fundamentos teóricos, das competências específicas e do organizador curricular (unidades temáticas, objetos do conhecimento, habilidades). Por exemplo, cada área elenca um certo número de competências específicas para o ensino fundamental: 10 competências de língua portuguesa, 8 de matemática e 8 de ciências naturais. Ocorre que enquanto a maior parte das competências de língua portuguesa e matemática se referem a conteúdos específicos dessas áreas e ainda fazem uso de resultados das ciências cognitivas, as competências de ciências naturais não mencionam nenhum conteúdo específico e apenas fazem menções genéricas a condicionantes e implicações sociais. Ademais, dentro do organizador curricular, a explicitação das habilidades, muitas vezes, não oferece orientações claras e

pertinentes, em particular para temas astronômicos. Teríamos aí um equívoco ao se dar menos importância ao letramento científico em relação aos letramentos linguístico e matemático? Como se orientar no mundo contemporâneo, tão imerso em ciência e tecnologia, sem ter um letramento científico? Considerando as orientações dos referidos documentos norteadores para o processo de ensino e aprendizagem na Educação Básica, dentro da área de Ciências da Natureza, em que e/ou quais momentos há referências diretas à Astronomia? Há direcionamentos e orientações com clareza e rigor científico que tenham embasamento em Ensino de Astronomia para Educação Básica? Como é feita essa referência ao ensino de Astronomia dentro desses documentos? Especificamente no sexto ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental, e ao mesmo tempo, primeiro ano de inserção de estudantes em fase de transição dos Anos Iniciais para os Anos Finais dessa modalidade de ensino, há nesses documentos orientações para a iniciação científica considerando o processo de ensino e aprendizagem numa perspectiva de desenvolvimento de competências e habilidades para sedimentar o processo de aquisição cognitiva do letramento nas quatro áreas de aprendizagem: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas? De que maneira a Astronomia pode contribuir para um processo de ensino e aprendizagem que promova a interdisciplinaridade abordando saberes transversais das ciências presentes no currículo escolar e, consecutivamente, promova a transversalidade?

Considerando os questionamentos acima expostos, surge um propósito elucidativo, compreender o que vem a ser um currículo escolar. Nesta perspectiva verifica-se que por outro lado, currículos não são fixos, mas devem ser revisados com frequência, levando em conta atualizações dos conteúdos das disciplinas, inovações tecnológicas, desenvolvimentos das teorias de aprendizagem e novos dados provenientes de levantamentos demográficos e dos sistemas de avaliação e acompanhamento de desempenho escolar.

Embora pareça simples, a pergunta “o que é currículo?” não tem encontrado uma resposta fácil.

Desde o início do século passado ou mesmo desde um século antes, os estudos curriculares têm definido currículo de formas muito diversas e várias dessas definições permeiam o que tem sido denominado currículo no cotidiano escolar. (...) currículo tem significado, entre outros, a grade curricular com disciplinas/ atividades e cargas horárias, o conjunto de ementas e os programas das disciplinas/atividades, os planos de ensino dos professores, as experiências propostas e vividas pelos alunos. (LOPES; MACEDO, 2013, p. 25)

A partir das acepções acima, vê-se que “currículo” tende a ser algo particular. Assim sendo, o currículo escolar deve ser construído de maneira individual, considerando as especificidades e necessidades de cada unidade de ensino, município ou região do país, como é o caso do CPE. Esse deve observar a BNCC, mas 60% do currículo é determinado pela BNCC, dando uma ampla margem de ação para que ampliações, explorações e correções sejam introduzidos no nível do CPE. Há, portanto, a autonomia da Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco de introduzir temas de Astronomia no CPE, com ênfase no seu papel integrador da área de Ciências Naturais, ao mesmo tempo que garantir a textualidade adequada para sua apresentação clara e rigorosa.

1.2 Hipótese

A valorização no ensino do letramento linguístico, matemático e científico tem sido uma preocupação crescente na última década. Entretanto, os avanços tecnológicos mediados pelas tecnologias da informação têm exigido cada vez mais indivíduos autônomos, críticos e flexíveis. O letramento científico tem tido dificuldade em acompanhar esse ritmo vertiginoso. Ele permitiria que se compreendesse o alcance das novas descobertas científicas para a ampliação da visão do mundo, para se vislumbrar o futuro e para a derrubada de preconceitos ao mesmo tempo que nos alertaria para as limitações das promessas mercadológicas de cunho tecnológico que frequentemente são usadas apenas para a venda de novos produtos sem questionar a sua real necessidade ou seus malefícios socioambientais. A deficiência de práticas pedagógicas que explorem os domínios das Ciências Naturais na educação básica, possivelmente, tem contribuído para a carência de futuros profissionais que usem os insights advindos dos domínios científicos das ciências naturais e exatas para o desenvolvimento social.

Assim, é imensurável dimensionar a contribuição que o letramento científico pode promover no desenvolvimento das competências e habilidades mencionadas nos documentos norteadores para elaboração dos currículos escolares na educação básica.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Viabilizar possibilidades para a prática de ensino e aprendizagens de Astronomia na Educação Básica.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Introduzir o Ensino de Astronomia na Educação Básica Brasileira através das inter-relações entre a BNCC e os componentes curriculares do 6º ao 9º ano do ensino fundamental através da elaboração de sequências abordando o tema do meio ambiente, utilizando Astronomia e Astrobiologia para promover a integração entre os componentes curriculares envolvidos dentro em um programa transdisciplinar.
2. Promover o acesso à iniciação científica do 6º ao 9º ano do ensino fundamental;
3. Didatizar conteúdos e conceitos da Astronomia, Astrobiologia e Cosmologia na educação básica, visto que, os mesmos já aparecem em diferentes documentos norteadores dos currículos escolares e em avaliações externas, mas não fazem menção direta à Astronomia.
4. Produzir ferramentas didáticas-pedagógicas para o ensino transdisciplinar das Ciências no âmbito escolar, com foco em Astronomia como fator integrador entre saberes.
5. Elaborar sequências didáticas voltadas para a transdisciplinaridade entre Linguagens e Ciências, e em especial a Astronomia, que promovam o letramento científico e a cidadania ambiental.

2. OLHE PARA O CÉU

Olha Pro Céu

Canção de Luiz Gonzaga

“Olha pro céu, meu amor

Vê como ele está lindo

Olha pra aquele balão multicolor

Como no céu vai sumindo

Olha pro céu, meu amor

Vê como ele está lindo

Olha pra aquele balão multicolor

Como no céu vai sumindo

Foi numa noite igual a esta

Que tu me deste o coração

O céu estava assim em festa

Porque era noite de São João ...”

Fonte: [LyricFind](#) Compositores: Luiz

Gonzaga Do Nascimento Letra de Olha Pro

Céu © Warner Chappell Music, Inc

Observar o céu pelos povos antigos era uma atividade comum, necessária para a garantia da sobrevivência aqui na Terra. Tal qual aparece na letra da música do cantor e compositor Luiz Gonzaga, exaltando a beleza celeste no mês junino no Nordeste do Brasil, período este em que vive-se o solstício de verão no hemisfério Norte e o de inverno no hemisfério Sul. Neste ponto, devemos nos referenciar a Boczko (1984):

Com o crescer da civilização, as necessidades tornaram-se mais sofisticadas, e o cômputo de grandes intervalos de tempo passou a ser presente. A humanidade descobriu o Ano Solar, um excelente período que poderia ser usado como padrão de medida de tempo.

Mesmo durante uma geração, o homem é capaz de verificar as condições meteorológicas que o envolvem e variam num ciclo definido, interpondo períodos agradáveis entre aqueles que apresentam condições extremas de quente ou frio.

Os antigos puderam associar as épocas de quente, frio ou intermediárias (4 épocas chamadas de Estações do Ano) com alguma particularidades, tais como:

- a) verificaram que o tamanho da sombra de um pilar ao meio dia era maior na estação fria (Inverno) que na estação quente (Verão)
- b) as estrelas visíveis no inverno diferiam daquelas observáveis no verão;
- c) enchentes de rios ou secas estavam intimamente relacionadas com as estações do ano; etc .

O intervalo de tempo decorrido para que as estações completem um ciclo passou a se chamar de Ano Solar ou simplesmente Ano.

A duração do ano e seu emprego para a contagem do tempo, o que conhecemos por Hemerologia, e seu resultado é o Calendário (BOCZKO, 1984, p. 6).

Nos tempos antigos, bem remotos, era comum as pessoas observarem o céu para traçar suas metas e objetivos mais diversos, entre eles, cultivar a agricultura, fazer planos de viagens, decifrar sonhos, e tantas outras finalidades.

Desde os primórdios, o processo de evolução humana e de socialização se mistura com a construção da Astronomia como ciência primordial para fornecer subsídios necessários para que o homem evoluísse na sua trajetória socioeconômica, histórico-cultural.

Na história, tivemos a mudança do comportamento humano de nômade para territorialista, e depois a expansão marítima, empreendendo viagens exploratórias de novos mundos em empreitadas arriscadas pelos mares em busca de novos territórios. Em todos estes momentos, a astronomia teve um papel central, provendo marcos celestes para prever a migração dos animais, determinar a época de semeadura e colheita, localizar o navegante no globo terrestre e cartografar os territórios conquistados. O papel unificador do saber que a astronomia pode ter como parte integrante dos currículos escolares, já estava presente no Trivium e Quadrivium, do currículo acadêmico da Idade Média. Esse é o esquema das Sete Artes Liberais, que era dividido em **Trivium e Quadrivium**, sendo o primeiro composto pelas Vozes, ou seja, as disciplinas do discurso – gramática, lógica e retórica –; e o segundo pelas Coisas, ou seja as disciplinas das realidades físicas – aritmética, música, geometria e astronomia. Dentro do Trivium e Quadrivium, a Astronomia é a ciência que realiza a compleição do conhecimento, pois a “a Aritmética é a ciência do número; a Geometria, a do espaço; a Harmonia, a do tempo; e a Astronomia, a da junção do espaço, tempo e número, junção essa que define as condições da existência do mundo corporal” (FRIAÇA, 1999, p. 294).

Um grande poder da astronomia é dar o grande quadro onde se encaixam as atividades e reflexões do ser humano. A astronomia enquanto parte do Trivium e Quadrivium, fazia isso ao organizar o conhecimento e, junto com suas ciências irmãs, fornecer a estrutura para construir novas ciências que nem sequer eram imaginadas e conexões absolutamente surpreendentes. A Astrobiologia é uma área recente da astronomia que motiva essas conexões. As exigências básicas para a vida, segundo Chyba e Hand (1995), são:

- Um biossolvente (em geral a água líquida)

- Elementos biogênicos (carbono, nitrogênio etc.)
- Fonte de Energia Livre (o Sol no nosso caso)

A busca pela vida remete em geral à “vida como conhecemos” , como ela existe na Terra, que é um ponto de partida lógico. Mas, quando olhamos o Universo, podemos ver que a vida terrestre talvez não seja tão idiossincrática, pois água é abundante no Universo, as moléculas orgânicas são comuns no espaço e há bilhões e bilhões de estrelas que servem de Sol (FRIAÇA, 2022b)). Assim, fazemos uma viagem espacial de volta à Terra, e as condições para a existência da vida fazem eco com as mesmas para a sustentabilidade, cujos vários aspectos são cobertos pelas ODSs, Assim a condição astrobiológica “fonte de energia livre”, dá uma perspectiva maior para a ODS 7 (ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL); a condição “biossolvente” para a ODS 6 (ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO), e a condição “elementos biogênicos” para a ODS 2 (FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL) e a ODS 12 (CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS) – a última ODS remete à uma forma de matéria orgânica produzida pelo homem e particularmente prejudicial à vida, que é o plástico.

Olhar para o céu e agora olhar para um céu cheio de possibilidades de vida, uma perspectiva aberta pela Astrobiologia.

Olhar para o céu é também olhar para os rastros dos satélites espaciais e em especial para a ISS, a *International Space Station* (ISS). Até o presente momento, mesmo a ISS já estando em órbita da terra a quase três décadas, ainda parece um enredo de um livro de ficção científica. Na obra *O cair da noite* de Isaac Asimov (1960), temos uma narrativa de ficção científica onde o ambiente da história gira em torno de um planeta com uma população idêntica a nossa. (Segundo Asimov, o livro seria antes uma alegoria do que uma obra de ficção científica) Mesmas profissões, mesmo tipo físico, mesma psicologia, mesmas crenças e mesmos temores. A única coisa que difere nossa Terra de Lagash, é que esse planeta alienígena se encontra em um sistema com seis estrelas e sua trajetória fez com que ele não tivesse noite pelos últimos 2049 anos, quando ocorre um eclipse dos vários sóis pelas múltiplas luas de Lagash. Isso fez com que a sociedade não conheça a escuridão e nem sequer seu lugar no Universo, pois a enorme quantidade de luz no céu não permite a visão de outras estrelas no plano celeste. As estrelas, quando aparecem, provocam um terror global e toda a civilização de Lagash é destruída naquela noite. O sentido dessa alegoria é que o simples fato de sairmos da nossa bolha produz um

estranhamento que nos induz a perceber as novas entidades (estrelas, no caso do Cair da Noite) como monstros, como demônios. Um dos grandes papéis da ciência é exatamente exorcizar esses demônios ilusórios.

As fontes de informações oficiais sobre os avanços científicos e suas contribuições para manutenção e melhoria da qualidade de vida na Terra são praticamente infinitas, passeando por diferentes segmentos do conhecimento, sejam eles, científicos ou não, abrangendo desde a Arte até os mais avançados laboratórios de pesquisas em terra e em órbita do planeta. O contrassenso reside, ao menos no Brasil, na não exploração adequada dessas informações e/ou recursos como ferramentas didáticas na Educação Básica. Há várias pesquisas que abordam essa problemática sobre o ensino de ciências no país, muitas, explorando a não didatização contextualizada dos avanços científicos e tecnológicos em andamento no Brasil e no mundo. Como tão bem assinala Carl Sagan:

Uma vez que a ciência nos leva a compreender como o mundo é na realidade, em vez de como desejaríamos que fosse, suas descobertas podem não ser, em todos os casos, imediatamente compreensíveis ou satisfatórias. É possível que tenhamos um pouco de trabalho para reestruturar a nossa mentalidade. A ciência é muito simples. Quando se torna complicada, em geral é porque o mundo é complicado – ou porque *nós é que somos* complicados. Quando nos afastamos assustados da ciência, porque ela parece difícil demais (ou porque não fomos bem ensinados), abrimos mão da capacidade de cuidar de nosso futuro. Ficamos privados dos direitos civis. A nossa autoconfiança se deteriora. Mas quando ultrapassamos essa barreira, quando as descobertas e os métodos da ciência se tornam claros para nós, quando compreendemos e empregamos esse conhecimento, sentimos uma profunda satisfação. Isso vale para todo mundo, mas sobretudo para as crianças – nascidas com vontade de conhecer, cientes de que devem viver num futuro moldado pela ciência, mas frequentemente convencidas em sua adolescência de que a ciência como pelas minhas tentativas de explica-la aos outros, o quanto é gratificante quando a compreendemos, quando entendemos afinal do que se trata, quando maravilhas profundas nos são reveladas. (SAGAN. 1996, p.. 43)

3. CONECTANDO O ENSINO DE ASTRONOMIA À EDUCAÇÃO AMBIENTAL

As conexões proporcionadas pela astronomia são um forte estímulo à consciência ambiental, o que inclusive é enfatizado nas competências da BNCC. As Competências Gerais 1 e 2 da BNCC são especialmente relevantes para a astronomia, dado o seu longo percurso histórico e sua capacidade de despertar a curiosidade e desenvolver a imaginação, enquanto que a Competência Geral 7 manifesta a exigência de uma educação ambiental. Explicitamente, estas competências são:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social e cultural para entender e explicar a realidade (fatos, informações, fenômenos e processos linguísticos, culturais, sociais, econômicos, científicos, tecnológicos e naturais), colaborando para a construção de uma sociedade solidária.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e inventar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos e a consciência socioambiental em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Em relação às Competências Específicas de Ciências da Natureza, são particularmente relevantes para o nosso caso as competências 1, 2 e 3, ao tratar da construção histórica das Ciências da Natureza, seus conceitos fundamentais e estruturas explicativas, e suas implicações para o nosso mundo. Já as competências 4 e 5 enfatizam os aportes que as Ciências da Natureza trazem para a consciência ambiental. De acordo com o que segue:

1. Compreender as ciências como empreendimento humano, reconhecendo que o conhecimento científico é provisório, cultural e histórico.
2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas e socioambientais e do mundo do trabalho.
3. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, tecnológico e social, como também às relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas e buscar respostas.
4. Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e da tecnologia e propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.
5. Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que respeitem e promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro,

acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.

Ademais, como, dentro do nosso projeto, daremos ênfase ao papel da linguagem na comunicação e elaboração de temas de Ciências Naturais, atentaremos às Competências Específicas de Linguagens para o Ensino Fundamental:

1. Compreender as linguagens como construção humana, histórica, social e cultural, de natureza dinâmica, reconhecendo-as e valorizando-as como formas de significação da realidade e expressão de subjetividades e identidades sociais e culturais.
2. Conhecer e explorar diversas práticas de linguagem (artísticas, corporais e linguísticas) em diferentes campos da atividade humana para continuar aprendendo, ampliar suas possibilidades de participação na vida social e colaborar para a construção de uma sociedade mais justa, democrática e inclusiva.
3. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao diálogo, à resolução de conflitos e à cooperação
4. Utilizar diferentes linguagens para defender pontos de vista que respeitem o outro e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, atuando criticamente frente a questões do mundo contemporâneo.
5. Desenvolver o senso estético para reconhecer, fruir e respeitar as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, inclusive aquelas pertencentes ao patrimônio cultural da humanidade, bem como participar de práticas diversificadas, individuais e coletivas da produção artístico-cultural, com respeito à diversidade de saberes, identidades e culturas.
6. Compreender e utilizar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, e ética nas diversas práticas do cotidiano ao se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas.

Ao se entender Linguagem como “ação interindividual orientada por uma finalidade específica, um processo de interlocução que se realiza nas práticas sociais existentes nos diferentes grupos de uma sociedade, nos distintos momentos de sua história.” (BRASIL, 1998, p. 20), nossa proposta de trabalho assume a centralidade do texto como unidade de trabalho e as perspectivas enunciativo-discursivas na abordagem, de forma a sempre relacionar os textos a seus contextos de produção e o desenvolvimento de habilidades ao uso significativo da linguagem em atividades de leitura, escuta e produção de textos em várias mídias e semioses. Ao mesmo tempo ela se fundamenta em concepções e conceitos já disseminados em outros documentos e orientações curriculares e em contextos variados de formação de professores, já relativamente conhecidos no ambiente escolar tais como práticas de linguagem, discurso e gêneros discursivos/gêneros textuais, esferas/campos de saber.

3.1 Sequências didáticas para o ensino de astronomia e educação ambiental

Considerando a BNCC como um dos principais referenciais teóricos que fundamentam esse trabalho, destacamos alguns aspectos relevantes no referido documento quanto a perspectiva didática que deve ser assumida para possibilitar a transdisciplinaridade no processo de ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza dialogando com os demais saberes sistematizados na Educação Básica. De acordo com a BNCC, temos os seguintes direcionamentos quanto o processo de didatização:

Portanto, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania. Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica. Espera-se, desse modo, possibilitar que esses alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum. BNCC (BRASIL, 2018 p321.)

A inter-relação entre ensino de astronomia e educação ambiental pode ser consolidada em sequências didáticas especialmente construídas. Uma Sequência Didática (SD) é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelo professor como pelo aluno” (ZABALA, 1998, p. 18). Os tipos de atividades, e mais do que isso, a sua articulação, são o que determinam o poder das SDs (ZABALA, 1998, p. 46). Dado o caráter desfragmentador da Astronomia, é extremamente útil construir SDs, abordando os diferentes componentes curriculares – Ciências Naturais, Matemática, Geografia, História, Língua Portuguesa –, introduzindo o diálogo entre astronomia e educação ambiental. Assim, elaboraram-se SDs nesta perspectiva para alunos do 6º ao 9º ano.

A Sequência Didática (SD) não obedece a uma estrutura fixa, regulamentada por nenhum documento norteador. Compreendemos, a julgar que a autonomia de uma unidade escolar tem vários fatores determinantes, entre eles, a comunidade, a família, os princípios éticos e valores que a escola busca atingir. Desta feita, restando-nos a apoiar-se no Projeto Político Pedagógico (PPP) da instituição de ensino, este, por sua vez, é uma

ferramenta indispensável para uma escola inclusiva, democrática e autônoma. O referido documento tem sua validação jurídico ancorado na LDB 9394/996.

Adotaremos como etapas de uma Sequência Didática:

1. Tema
2. Apresentação
3. Justificativa
4. Público Alvo/Perfil da turma
5. Cronograma/Número de aulas
6. Plano de Ação
7. Avaliação

O Tema, a primeira etapa da SD, pode fazer referência a *palavras-chave* essenciais. As demais etapas se relacionam com *questões* básicas: Apresentação (O que?), Justificativa (Por que?), Público Alvo (Quem?), Cronograma (Quando), Plano de ação (Como?), Avaliação (Qual o resultado da aprendizagem?).

O Plano de Ação, que descreve os fundamentos, estrutura, estratégias de ensino/aprendizagem e desenvolvimento de cada aula (ou cada dupla de aulas), em nossa aplicação das SDs, consiste de:

1. Situação motivadora
2. Objetivo geral
- 3, Objetivos específicos
4. Conteúdo
5. Recursos didáticos
6. Metodologia/Dinâmica

A Transdisciplinaridade conectando ensino de astronomia e educação ambiental

Foi o biólogo, psicólogo e epistemólogo suíço Jean Piaget (1896-1980) um dos primeiros a empregar o termo *transdisciplinaridade* durante o seminário *Interdisciplinaridade: problemas de ensino e pesquisa na universidade*, organizado em Nice em 1970 pela OCDE (SANTOS et al. 2016). Segundo Piaget, a *multidisciplinaridade*, que seria a soma das contribuições de disciplinas individuais, é a abordagem mais básica para a pesquisa

ou currículo. A *interdisciplinaridade* estaria um nível acima, coordenando e integrando várias disciplinas. Porém, para abordar questões muito fundamentais, a interdisciplinaridade não bastaria. Seria necessária a transdisciplinaridade, que transcende as fronteiras entre disciplinas e ciências e proporciona um nível mais elevado de compreensão. A transdisciplinaridade situaria as conexões entre disciplinas e saberes "dentro de um sistema total sem fronteiras estáveis entre as disciplinas". Piaget sustenta que a transdisciplinaridade é necessária para compreender temas como a origem da vida e as relações entre a organização da vida e as estruturas físico-químicas.

A justificativa de Piaget para a necessidade de uma transdisciplinaridade é o objeto central da Astrobiologia, que é a origem da vida no cosmos. Assim, ao nível do ensino, a abordagem transdisciplinar foi a base da disciplina de graduação "A Vida no Contexto Cósmico" –AGA0316 (FRIAÇA, 2022a, b, c), ministrada pelo Prof. Amâncio Friaça no IAG-USP. A AGA0316 foi um laboratório de transdisciplinaridade (ver FRIAÇA; JANOT PACHECO, 2014), envolvendo cerca de 60 estudantes oriundos de diversos cursos da Universidade de São Paulo. É importante lembrar que do mesmo modo que a transdisciplinaridade integra, na pesquisa, os aportes de várias disciplinas, no ambiente de aprendizagem/escola, integra as diversas competências e habilidades dos aprendizes/estudantes (FRIAÇA, 2019).

Numa pesquisa, a consideração de hierarquias pode permitir distinguir entre multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade (MAX-NEEF, 2005). Na multidisciplinaridade, as disciplinas, atuando como unidades organizadas de conhecimento, interagem entre si a fim de compreender um objeto comum. Nessa interação pode surgir uma compreensão que não foi alcançada antes por disciplinas isoladas. Há cooperação entre disciplinas, porém não coordenação. Normalmente ocorre entre áreas afins do conhecimento e no mesmo nível hierárquico, como a cooperação física-química-geologia, ou história-sociologia-linguística.

Na interdisciplinaridade surge uma hierarquia, com certas disciplinas norteando a direção da pesquisa. A equipe de trabalho multidisciplinar torna-se interdisciplinar a partir do momento em que todos os esforços são focados no cumprimento das metas e objetivos de uma ou mais disciplinas que realizam a coordenação da pesquisa. Um exemplo seria um projeto interdisciplinar na área da saúde, em que a medicina assume o papel de coordenação de disciplinas subordinadas, que podem ser a biologia, a química, a psicologia.

Por fim, na transdisciplinaridade há coordenação entre todos os níveis de saber. Há uma hierarquia entre níveis de saber, com várias disciplinas em cada nível. Os níveis se definem pelo modo de compreensão da realidade e de ação no mundo. Cada nível pode ser compreendido como uma pergunta. Por exemplo, nível (1), “o que existe?” (física, química, biologia); nível (2), “o que somos capazes de fazer?” (engenharia, medicina, agricultura...), nível (3), “o que queremos fazer?” (políticas, planejamento, gerenciamento etc.), nível (4), “qual o valor do que fazemos?” (ética, filosofia, religião etc.).

Outro modo de distinguir multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade que pode ser particularmente fecundo para o contexto de ensino/aprendizagem foi apresentado por Friaça (2019). A *multidisciplinaridade* restringe o seu foco ao *objeto*, que é estudado segundo vários pontos de vista por várias disciplinas. Ocorre a reunião de disciplinas, mas não a mudança delas mesmas, que permanecem estanques entre si. O resultado da multidisciplinaridade é a soma de conhecimentos sobre o objeto aportados pelas várias disciplinas. Na *interdisciplinaridade* há uma retroalimentação do objeto pesquisado de volta às disciplinas que o estudam. Ocorre mudança das disciplinas e interação entre elas. As disciplinas se fundem e se cindem e ocorre a criação de novas disciplinas. O resultado pode ser um *Big Bang disciplinar* (NICOLESCU, 1999, p. 46), que leva a uma fragmentação da visão de mundo, enquanto que no conhecimento estritamente disciplinar ocorre uma compartimentalização da visão de mundo. Na *transdisciplinaridade* busca-se um modo de conhecimento além das disciplinas e entre as disciplinas. O sujeito do ato de conhecer aparece, e para além do objeto e das disciplinas que o estudam, surgem aqueles que estudam. O que está além das disciplinas e entre elas é um ambiente de pesquisa e aprendizagem. O próprio pesquisador/estudioso é transformado. Ela/ele é compelida(o) a se mover para campos além do seu originário. Isso gera flexibilidade e abertura, qualidades fundamentais para o conhecimento do mundo e sua transformação.

Assim, a transdisciplinaridade pode ser vista como um *ambiente cognitivo* (FRIAÇA, JANOT PACHECO, 2014), pois vai além dos objetos de estudo para considerar o ambiente no qual os objetos estão imersos. A pesquisa transdisciplinar não se concentra apenas no ambiente do objeto em estudo, mas também cria o ambiente. Enquanto que a pesquisa interdisciplinar circunda seu objeto de vários pontos de vista, a pesquisa transdisciplinar expande o objeto para um espaço que o envolve, o *espaço transdisciplinar* (FRIAÇA, 2005). O termo espaço enfatiza que na prática da

transdisciplinaridade deve haver *abertura* para o novo e estarmos extremamente atentos aquilo ao que mostra totalmente inesperado no ponto de partida do processo.

A perspectiva transdisciplinar na educação produz no estudante/estudioso três atitudes básicas: rigor, tolerância e abertura. Rigor e tolerância formam um par de opostos complementares bem conhecido. Já a abertura é a “abertura” do ser para o não-ser, do eu para o outro, deste mundo para o universo, para possibilidades surpreendentes, para um “vácuo” criativo, que transforma a pessoa em conjunto com o mundo onde atua (FRIAÇA, 2005).

Rigor, abertura e tolerância são os três princípios da atitude, disciplinar, conforme a *Carta da Transdisciplinaridade*, elaborada durante o I Congresso Mundial da Transdisciplinaridade, organizado pela UNESCO (Convento de Arrábida, Portugal, 1994). A *Carta* diz, em seu artigo 14:

Rigor, abertura e tolerância são as características fundamentais da atitude e da visão transdisciplinares. O rigor na argumentação que leva em conta todos os dados é a melhor barreira em relação aos possíveis desvios. A abertura comporta a aceitação do desconhecido, do inesperado e do imprevisível. A tolerância é o reconhecimento do direito às ideias e verdades contrárias às nossas. (UNESCO, 1994).

O I Congresso Mundial da Transdisciplinaridade (Convento de Arrábida, Portugal, 1994), é um de vários encontros abordando a transdisciplinaridade, realizados sob os auspícios da UNESCO. Os documentos dessas reuniões permitem delimitar os fundamentos teóricos da transdisciplinaridade. São especialmente relevantes o Colóquio de Veneza “A Ciência Diante das Fronteiras do Conhecimento”, (UNESCO, 1986), o Congresso “Ciência e Tradição – Perspectivas Transdisciplinares para o século XX”, realizado em Paris (UNESCO, 1991), o “Congresso Mundial da Transdisciplinaridade”, realizado no Convento de Arrábida, Portugal (UNESCO, 1994), o Simpósio de Tóquio, “Ciência e Cultura: Um Caminho Comum para o Futuro” (UNESCO, 1995), o Congresso de Locarno, “Que Universidade para o amanhã? Em busca de uma evolução transdisciplinar da Universidade” (UNESCO, 1997)

Além do quadro teórico, esses documentos trazem propostas de várias ações permeadas pela transdisciplinaridade. No presente trabalho, procuramos implementar os “ateliês de transdisciplinaridade”, que são análogos, dentro da unidade escolar, dos “ateliês de pesquisa transdisciplinar”, concebidos para a estrutura da universidade:

Esses ateliês terão como missão fazer eclodir o espírito transdisciplinar através de propostas concretas sobre a coordenação transversal de programas e as

medidas institucionais internas a serem tomadas a fim de favorecer a interação transdisciplinar entre os educadores e os educandos. Os ateliês assumirão o papel de um verdadeiro terceiro termo entre os educadores e os educandos. Na ausência de um verdadeiro terceiro termo, a interação entre os educadores e os educandos se tornará, inevitavelmente, cada vez mais mecânica, limitando-se a uma transmissão de um saber cada vez mais evasivo e sem nenhuma ação sobre a vida individual e social (UNESCO, 1997)

Astrobiologia, sustentabilidade e educação ambiental

A experiência em Astrobiologia, seja em pesquisa como em ensino, pode dar contribuições tanto aos estudos em sustentabilidade como em educação ambiental, pois o tema “ambiente” é um daqueles temas profundos ligados à vida, como a vida no Universo, e as origens da vida. A abordagem transdisciplinar é mandatória tanto em Astrobiologia como em Ciências Ambientais, tanto em ensino de Astronomia e Astrobiologia como em educação ambiental. As fronteiras entre as disciplinas já são superadas ao se considerar os dez eixos de pesquisa em astrobiologia (FRIAÇA, 2022a; SILVA, 2018):

1. História da complexidade cósmica
2. Universo molecular
3. Habitabilidade
4. Sistema Solar
5. Exoplanetas
6. Extremófilos
7. Origens da vida
8. Bioassinaturas
9. Evolução das biosferas
10. Ação humana na Terra e além

O primeiro eixo de pesquisa, a história da complexidade cósmica, já aponta para o fato muitas vezes despercebido que o nosso Universo é privilegiado, pois permite a evolução da complexidade, culminando no surgimento da vida. O ponto de partida das reflexões sobre a vida é a cosmologia. Considerações de ordem cosmológica revelam o nosso lugar na grande ordem cósmica, e inclusive situar a matéria comum, dos nossos corpos em conjunto com a dos planetas, estrelas e galáxias apenas como uma fração do conteúdo de matéria-energia do universo. De fato, a matéria comum, constituída por átomos, constitui 5% da conteúdo do Universo. O restante está em forma invisível: cerca

de 26% em matéria escura, que atrai matéria como a matéria comum mas não é composta por átomos, e cerca de 69% em energia escura, de natureza repulsiva (PLANCK COLLABORATION, 2020). A “receita” do Universo (Figura 3.1) pode ser um importante ponto de partida para a reflexões dos estudantes. Quanto da realidade ainda não descobrimos? O que os nossos sentidos não percebem? O fato da nossa matéria ser minoritária, não necessariamente implica uma insignificância mas uma preciosidade? E o nosso mundo com vida, perdido no meio de trilhões de vida, mostra a nossa mediocridade ou um privilégio?

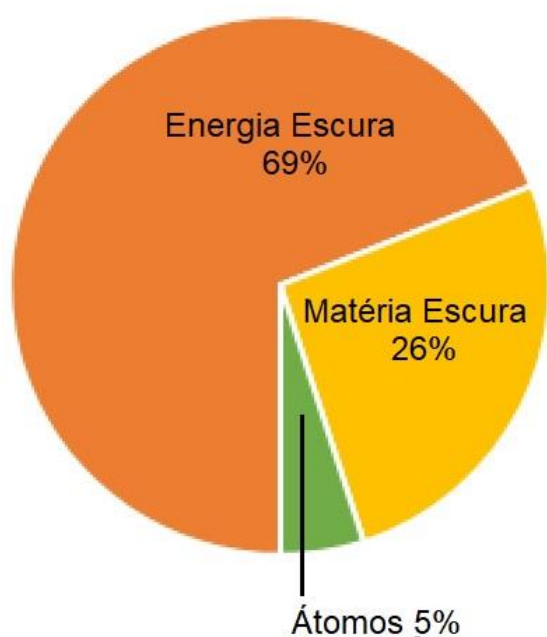


Figura 3.1. A “receita” do Universo. Fonte: Sales, 2023.

O tema da mediocridade da Terra versus o privilégio da condição terrestre se relaciona não só às vertiginosas dimensões cósmicas mas também às vastas escalas de tempo que aparecem na história da vida, da Terra e do Universo. Um dos eixos de pesquisa em Astrobiologia é o da habitabilidade, outro é a evolução das biosferas (FRIAÇA, 2022a) Ambos se relacionam de perto ao tema da sustentabilidade. Inclusive, uma das definições da vida remete à sustentabilidade. “A vida é um estado fora do equilíbrio mantido de um modo sustentável por um longo período de tempo”. O longo tempo é um dos traços da vida. Uma biosfera deve-se manter por um bilhão de anos por exemplo.

Aliás, a escala de tempo básica do Universo é o bilhão de anos. Isso poderia fazer parte do universo conhecimento de qualquer aluno dos anos finais do ensino médio. A construção da escala de tempo de um bilhão de anos foi uma convergência transdisciplinar da geologia, biologia, cosmologia e astronomia. Foi Charles Darwin que fez entrar o bilhão de anos ou quase na história da ciência. Ele estimou quanto tempo levaria para que a erosão ocorrendo na taxa atual observada escavasse o *Weald*, um grande vale que se estende pelo sul da Inglaterra. 300 milhões de anos seria tempo suficiente para a seleção natural ter produzido a incrível variedade de espécies que existem na Terra. (BAHCALL, 2002).

Outra ideia útil posta em relevo pela Astrobiologia é que vida não é equilíbrio. Vida é um estado fora do equilíbrio. As considerações sobre sustentabilidade na escola deveriam enfatizar esse ponto. Sustentabilidade não é equilíbrio. Equilíbrio é morte, é o resto de uma floresta incendiada, é um fóssil. Retomando a definição de vida acima, sustentabilidade é manter um estado fora do equilíbrio por um longo tempo, seja anos, séculos ou bilhões de anos. A atmosfera da Terra é fora do equilíbrio, porque ela contém oxigênio, e oxigênio é extremamente reativo. Ele é produzido pelas plantas e formas de vida microscópicas capazes de fazer fotossíntese, como as cianobactérias. Se toda a vida na Terra fosse extinta, o oxigênio desapareceria da atmosfera em 10 milhões de anos, um tempo curto em relação à escala de um bilhão de anos, que é, como vimos acima, a unidade de tempo natural do Universo.

O que vale para seres vivos individuais, vale também para as biosferas; foi James Lovelock (1919-2022), o criador da Teoria de Gaia, que observou isso para o planeta Marte. O planeta não seria dominado por uma biosfera como a Terra, porque sua atmosfera é inteiramente neutra, composta por gases do equilíbrio, dióxido de carbono e nitrogênio (LOVELOCK, 1975). A composição da atmosfera de Marte se manteria assim por bilhões e bilhões de anos, sem precisar da vida. Exceto por cripo-ecossistemas, Marte estaria no perfeito equilíbrio mas também perfeitamente morto.

Altas concentrações de oxigênio e também de compostos ricos em hidrogênio, como metano e amônia, configuram um estado fora do equilíbrio pois depois de um tempo todo metano e toda a amônia se transformariam em água, dióxido de carbono e nitrogênio. Estes gases em alta quantidade denunciariam que algo estranho estaria acontecendo, e esse algo estranho seria a vida (NAGANUMA, 2009).

4. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS NA INTERFACE DA ASTRONOMIA COM MEIO AMBIENTE

Para darmos um alcance maior e contexto mais amplo da educação ambiental com o auxílio de conhecimentos provindos da astronomia, astrobiologia e cosmologia, construímos 4 sequências didáticas (SDs) para os 6º, 7º, 8º e 9º anos, dentro de uma perspectiva transdisciplinar,

As sequências didáticas constituem um dos produtos deste trabalho e se encontram como Apêndices no final deste volume.

4.1 Construção das sequências didáticas

Neste momento, vivemos uma crise cognitiva alimentada em grande parte pelas tecnologias de informação, que acabam criando “bolhas” onde pessoas com crenças estapafúrdias alimentam preconceitos, mentiras e agressão, chegando a criar “movimentos sociais” que vão às vias de fato com xingamentos, quebradeira e morte. Um alvo central desse colapso da inteligência e da ética é a ciência. Carl Sagan, no seu livro *O mundo assombrados por demônios* (SAGAN, 1996), já havia assinalado como a tendência anti-ciência já se manifestava da década de 1990 e estava em crescimento acelerado. Infelizmente, Sagan foi profético. Hoje em dia, vemos o movimento anti-vacinas, o negacionismo das ações antrópicas nas mudanças climáticas, a dúvida de que o homem foi a Lua e até o terraplanismo! Impensável alguém defender que a Terra fosse plana uns 30 anos atrás, mas recentemente esta estupidez ganhou uma ampla divulgação.

A educação científica é um poderoso meio de enfrentar essa situação desastrosa. Isso é urgente inclusive para enfrentar a crise ambiental que cresce cada em ritmo vertiginoso. Uma contribuição que o presente trabalho oferece são sequências didáticas conectando educação ambiental à Astronomia, que podem ser usadas na íntegra ou inspirar ações de professores em escolas tanto da pública como da privada.

4.1.1 A referência à BNCC e sua transcendência

Na construção das sequências didáticas, procuramos obedecer à BNCC, e por isso, a sequência didática contém uma seção DE OLHO NA BNCC, que é útil para o professor, que idealmente deveria dar ao menos o conteúdo da BNCC. Porém, muitas vezes é apropriado antecipar o ano das habilidades a serem desenvolvidas ou recorrer a

habilidades de anos anteriores. Por exemplo, a habilidade de Ciências do 9º ano EF09CI06 (Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações éticas dessas aplicações) poderia ser antecipada e modificada para o 7º, pois é necessário saber o que é a radiação infravermelha e a ultravioleta para se falar do efeito estufa e da camada de ozônio. Assim cada SD têm uma chamada ALÉM DA BNCC, que apresenta tópicos que não são elencados explicitamente na BNCC mas que seriam interessantes de se desenvolver na SD.

Cada SD procura contemplar atividades que sejam motivantes para o estudante e exequíveis, dentro inclusive das limitações da escola pública. Para favorecer um ambiente transdisciplinar, procuramos coordenar vários componentes curriculares, além do de Ciências Naturais. Além das atividades principais de cada SD, há também as atividades opcionais, identificadas por MAIS ALÉM. Tanto para esse título como para o ALÉM DA BNCC, há uma referência provocativa ao azulejo com a inscrição “plus ultra” (do latim “mais além”), que se encontra em Alhambra, em Granada, Espanha. Esse dito é o contrário do clássico romano “no plus ultra”, significando “não vá mais além”, uma referência às colunas de Hércules (o estreito de Gibraltar), que são o portal para mares desconhecidos e a morada de grandes perigos. Esse é lema do imperador Carlos V (1500-1558), indicando que o seu domínio é sobre todo o globo terrestre, “o império sobre o qual o sol nunca se põe”. É o conceito das antípodas. A Terra é aproximadamente uma esfera. Enquanto em lado o sol está se pondo, no outro ele está nascendo. Como é possível que hoje em dia há os defensores da “Terra Plana”, se a sua esfericidade é reconhecida há milênios?



Figura 4.1. Azulejo com o lema do imperador Carlos V, “plus ultra” (do latim “mais além”), em Alhambra. Fonte: <http://www.la-alhambra.org.es/album/escudo-castilla-plus-ultra-Mexuar.php> .

4.1.2 O elemento visual na textualidade – uma proposta de momentos pedagógicos

Na construção das SDs, procuramos dar um grande peso a elementos visuais. O aspecto visual é natural à Astronomia mas também reforça o processo cognitivo. A escolha de imagens deve proporcionar o desenvolvimento de conceitos claros e precisos. A textualidade no ensino de astronomia, cosmologia e astrobiologia inclui elementos imagéticos. Isso é válido para qualquer texto em geral. Aqui seguimos Italo Calvino (2000b) que em sua última obra *Seis propostas para o próximo milênio*, assinala que uma das qualidades da literatura de alto nível é a *visibilidade* (título do quarto capítulo da referida), a capacidade de fazer o leitor ver. Na Idade Média europeia foi desenvolvido um extenso vocabulário para cores, uma novidade em relação à Antiguidade. Frequentemente os livros (esse formato também é uma invenção medieval) tinham na capa ou nos capítulos imagens ilustrativas que dialogavam com o texto. O livro fundamental, a Bíblia, exemplifica a integração entre o elemento visual e o texto através das iluminuras.

Outra obra de Italo Calvino (2000a), *Palomar*, remete ao poder cognitivo do elemento visual nos textos. O próprio título do livro, que na verdade é o personagem central o Sr. Palomar, é uma referência ao Observatório Palomar, na Califórnia, tão importante para o desenvolvimento da astronomia. A estrutura do livro é baseada sempre em três passos, definindo ao todo três capítulos, nove seções e 27 subseções. Esse ritmo

ternário leva a níveis de compreensão que parte da experiência visual imediata, depois vão para o plano da linguagem, a comunicação entre os seres humanos e depois alcançam níveis de compreensão mais profundos ou mais elevados. As divisões e subdivisões do *Palomar* são numerados de 1 a 3 no Palomar, como explica o próprio Calvino:

Os 1 correspondem geralmente a uma experiência visiva, que quase sempre tem por objeto formas da natureza; o texto tende a configurar-se como uma descrição.

Nos 2 estão presentes elementos antropológicos, culturais em sentido amplo, e a experiência envolve, além dos dados visivos, também a linguagem, os significados, os símbolos. O texto tende a desenvolver-se em narrativa.

Os 3 dão conta das experiências de tipo mais especulativo, respeitantes ao cosmo, ao tempo, ao infinito, às relações entre o eu e o mundo, às dimensões da mente. Do âmbito da descrição e da narrativa se passa ao da meditação (CALVINO 2000a, p. 114)

Esse ritmo ternário sugere uma estratégia pedagógica com três dimensões: descrição (visualização, montagem de um quadro, novos olhares), narração (comunicação no grupo, diálogo, comparação de pontos de vista) e meditação (insight, expansão da imaginação, transformação interior) – que tentaremos seguir ao construir e aplicar as SDs.

Os três momentos pedagógicos que identificamos em Italo Calvino foram inspirados nos três momentos pedagógicos do método de alfabetização criado na década de 1960 por Paulo Freire (1987). No primeiro momento, o da *investigação*, o educador procura conhecer a realidade de seus alunos. Ele apreende a linguagem usada pelos educandos, o que corresponde na primeira etapa proposta neste trabalho (visualização), ao repertório de imagens que eles possuem, já que o ato de *ver* não é pura percepção, mas antes um jogo entre essa e a imaginação. No segundo momento, o da *tematização*, definem-se os “temas geradores”, a partir dos quais se busca um entendimento mais profundo da realidade onde estão imersos os temas. No terceiro momento, o da *problematização*, educando e educador partem da tomada de consciência do mundo proporcionada pelos temas geradores para a transformação do contexto onde vivem.

O terceiro momento pedagógico do presente trabalho, a “meditação”, já que meditação implica distância e presença, vazio e plenitude, também encontra ecos na experiência reflexiva que emerge no método freireano:

Liberta pela força de seu impulso transcendentalizante pode volver reflexivamente sobre tais situações e momentos, para julgá-los e julgar-se. Por isto é capaz de crítica. A reflexividade é a raiz da objetivação. Se a consciência se distancia do mundo e o objetiva, é porque sua intencionalidade transcendental a faz reflexiva. Desde o primeiro momento de sua constituição, ao objetivar seu mundo originário, já é virtualmente reflexiva. É presença e

distância do mundo: a distância é a condição da presença. Ao distanciar-se do mundo, constituindo-se na objetividade, surpreende-se, ela, em sua subjetividade. Nessa linha de entendimento, reflexão e mundo, subjetividade e objetividade não se separam: opõem-se, implicando-se dialeticamente. A verdadeira reflexão crítica origina-se e dialetiza-se na interioridade da “práxis” constitutiva do mundo humano – é também “práxis”. (FREIRE, 1987, p. 10-11)

Dentro da transdisciplinaridade, a meditação é central para o cultivo da vida interior, que é fundamental para a compreensão da realidade e uma presença humanizada no mundo, como é exposto no Preâmbulo da *Carta da Transdisciplinaridade*:

Considerando que a ruptura contemporânea entre um saber cada vez mais acumulativo e um ser interior cada vez mais empobrecido leva à uma ascensão de um novo obscurantismo cujas consequências, no plano individual e social, são incalculáveis (UNESCO 1987).

4.2 Contexto astronômico incluído nas sequências didáticas

4.2.1 O movimento de translação e a causa das estações

A luz solar é a fonte de 99,9% da energia da Terra (FRIAÇA, 2022c). A **variação da temperatura** sobre a superfície terrestre é devida principalmente ao **aquecimento pela luz solar** e depende da **inclinação dos raios solares** incidindo no local. Maior a inclinação dos raios solares, menor o aquecimento pelo Sol e menor a temperatura; o Sol bastante inclinado, bastante “baixo” no horizonte leva a uma temperatura mais baixa.

A maior ou menor inclinação dos raios solares permite compreender que:

- 1) As regiões mais afastadas do equador, ou seja, em maiores latitudes, são mais frias porque nelas a incidência dos raios solares é mais inclinada. Já em regiões próximas do equador, os raios solares incidem mais na vertical tornando-as mais quentes.
- 2) Ao longo do ano, conforme a Terra se desloca em sua órbita em seu movimento de translação, surgem as estações, e a inclinação dos raios solares varia e assim também variam o aquecimento solar e a temperatura. No inverno, os raios solares incidem com maior inclinação, o aquecimento solar é menor e a temperatura tende a diminuir. Já no verão, a incidência dos raios solares é mais direta, o aquecimento pelo Sol é maior e a temperatura tende a subir.

A causa das estações, o verão e o inverno, é a menor ou maior inclinação dos raios solares ao longo do ano, e não a menor ou maior distância entre Terra e Sol.

De fato, a órbita da Terra em torno do Sol é uma elipse, porém bem próxima de ser um círculo. A distância entre Terra e o Sol durante o movimento orbital terrestre varia em apenas 3%. Um valor bem pequeno! Esta variação de distância é tão pequena que não tem influência significativa sobre a temperatura da Terra.

Essas considerações prevenir o erro de atribuir as estações à maior ou menor proximidade da Terra ao Sol durante a sua órbita.

Em relação à isso, deve-se lembrar que enquanto em no hemisfério sul é verão (ou inverno), no hemisfério norte é inverno (ou verão).

Para se compreender as estações, é muito importante levar em conta **o movimento aparente do Sol** ao longo do ano contra o fundo das constelações decorrente do movimento de translação da Terra em sua órbita em torno do Sol.

É o movimento aparente do Sol ao longo do ano para o norte e para o sul em relação ao equador terrestre que causa as estações. Deve ficar claro que as estações são devidas à inclinação de $23,5^\circ$ do eixo de rotação da Terra em relação ao eixo do plano da órbita da Terra em torno do Sol. Ou seja, a órbita da Terra é inclinada em relação ao equador por $23,5^\circ$. A Terra traça sua órbita durante um ano. Esta é a **translação**. Durante metade do ano o Sol está ao sul do equador e metade do ano, o sol está ao norte do equador. Em dezembro ele está no máximo ao Sul do equador (-23.5°), e começa o verão no hemisfério sul e o inverno no hemisfério norte. Em junho ele está no máximo ao Norte do equador ($+23.5^\circ$), e começa o verão no hemisfério norte e o inverno no hemisfério sul.

Para ser mais preciso, no **solstício de dezembro** ou **solstício de Capricórnio**, em 21 ou 22 de dezembro, o Sol, visto da Terra, está exatamente a -23.5° (23.5° ao sul), ele fica a pino (na vertical) no **tópico de Capricórnio**, na latitude -23.5° , e começa o verão no hemisfério sul e o inverno no hemisfério norte. No **solstício de junho** ou **solstício de Câncer**, em 21 ou 22 de junho, o Sol está exatamente a $+23.5^\circ$ (23.5° ao norte), ele fica a pino no **tópico de Câncer**, na latitude $+23.5^\circ$, e começa o verão no hemisfério norte e o inverno no hemisfério sul. No **equinócio de março** ou **equinócio de Áries**, em 21 ou 22 de março, o Sol, visto da Terra, está exatamente sobre o equador, e começa a primavera no hemisfério norte e o outono no hemisfério sul. No **equinócio de setembro** ou **equinócio de Libra**, em 22 ou 23 de setembro, o Sol também está exatamente sobre o equador, e começa a primavera no hemisfério sul e o outono no hemisfério norte. Nas duas datas, alguém no equador verá o Sol exatamente sobre a cabeça (Figura 4.2).

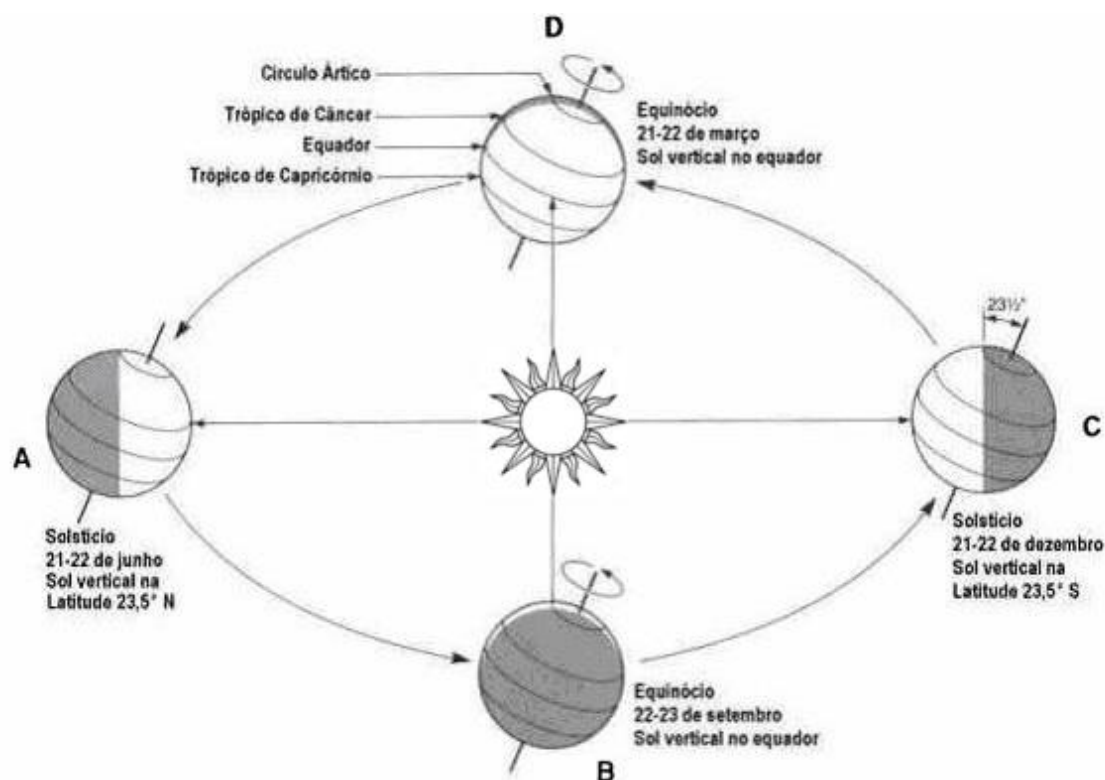


Figura 4.2. Movimento de translação da Terra e as estações.

Visto da Terra, ou seja, em um **referencial geocêntrico**, o plano orbital da Terra é chamado de **eclíptica**, porque é local do céu onde se situa a Lua quando ocorrem os eclipses. Já a inclinação de $23,5^\circ$ do eixo da rotação da Terra com respeito à eclíptica também é chamada de **obliquidade da eclíptica** (BOCZKO, 1984 p. 121).

Do ponto de vista do equador é a eclíptica que está inclinada em $23,5^\circ$ com relação ao equador. No fundo da esfera celeste, o ponto da eclíptica mais ao norte do equador é o solstício de Câncer (solstício de junho) e define um círculo paralelo ao equador, que é o **trópico de Câncer**, $23,5^\circ$ acima (ao norte) do equador. Já o ponto da eclíptica mais ao sul do equador é o solstício de Capricórnio (solstício de dezembro) e define um círculo paralelo ao equador, que é o **trópico de Capricórnio**, $23,5^\circ$ abaixo (ao sul) do equador. A **esfera armilar**, que aparece na bandeira do Império do Brasil, é a representação da esfera celeste com o equador (a linha horizontal), o *Axis Mundi*, o eixo da Terra (a linha vertical), a eclíptica (a faixa mais larga, inclinada em relação ao equador), e os trópicos de Câncer e Capricórnio (os dois círculos finos paralelos ao equador, acima e abaixo, respectivamente, como mostrado na figura 4.3). A esfera armilar foi adotada por Manuel I de Portugal como símbolo da expansão marítima portuguesa já que tem o significado tanto de modelo cosmográfico como de referencial de orientação para os navegantes.



Figura 4.3. Bandeira do Império do Brasil, com a esfera armilar ao centro.

Como o equador é perpendicular ao eixo de rotação da Terra, do ponto de vista da Terra, o Sol pode ser visto ora ao Sul, ora ao norte do equador. Entre o equinócio de março (21/22 de março) e o equinócio de setembro (22/23 de setembro), o Sol está ao norte do equador; após, entre a data do equinócio de setembro e a data do equinócio de março, o Sol está ao sul do equador. Quando o Sol está ao norte do equador, o hemisfério norte fica mais iluminado pela Sol e portanto mais aquecido; quando o Sol está ao sul do equador, é o hemisfério sul fica mais iluminado e aquecido. O aplicativo *ISS Live Now* da ISS (International Space Station) permite acompanhar a parte iluminada de cada hemisfério dia a dia (ver figura 4.4)

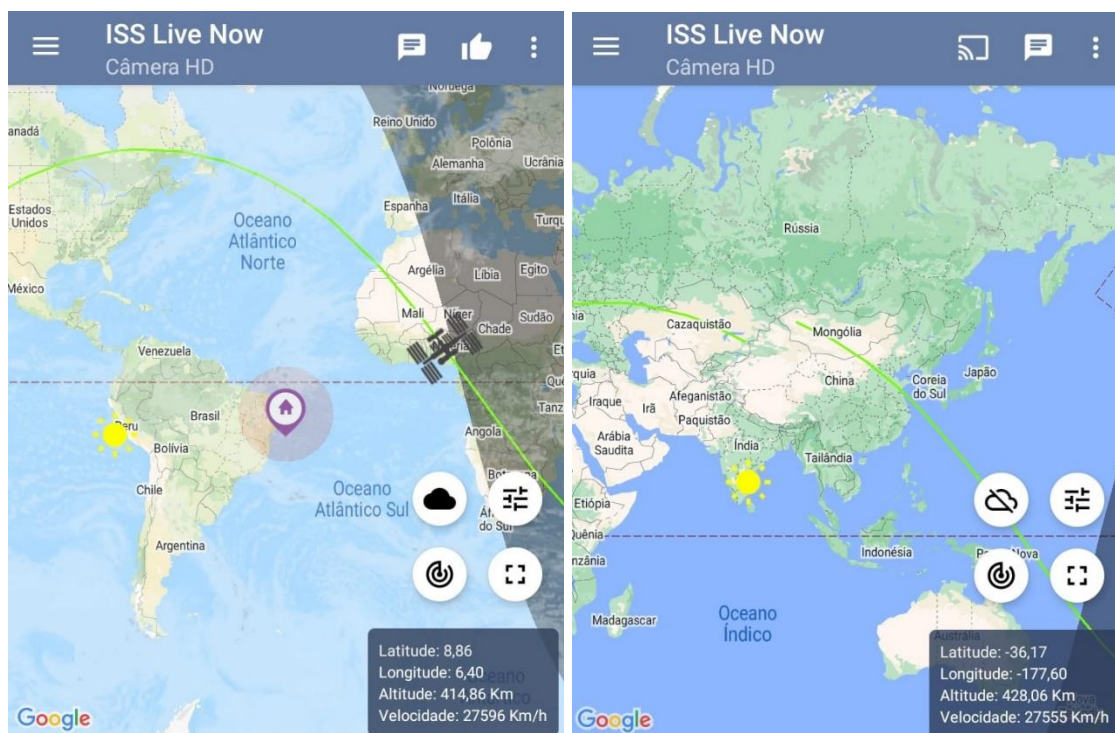


Figura 4.4. A parte iluminada da Terra pelo Sol, como dada pelo aplicativo *ISS Live Now* da ISS (International Space Station) em 11/02/2022 (esquerda) e 17/08/2022 (direita).

Na Figura 4.4, a longitude e a latitude no quadro no canto inferior direito da figura se referem ao ISS. Em 11/02/2022, o Sol está ao sul do equador, e, portanto, a hemisfério sul é mais iluminado que o hemisfério norte. O símbolo do Sol indica o ponto da terra onde o Sol está a pino naquele momento. Observe que este ponto está ao sul do equador, junto ao Peru. Isso ocorre pois estamos na parte do ano onde o hemisfério sul é mais iluminado (entre o equinócio de setembro – 22/23 de setembro – e o equinócio de março – 21/22 de março), o símbolo do Sol, indicado onde o sol está a pino, estaria ao norte do equador. Já em 17/08/2022, estamos na parte do ano onde o hemisfério norte é mais iluminado (entre o equinócio de março – 21/22 de março – e o equinócio de setembro – 22/23 de setembro). O Sol a pino está ao norte do equador, naquele momento, no território da Índia. O afastamento, em relação ao equador, do ponto onde o Sol está a pino será no máximo de $+23.5^\circ$ ao norte no solstício de junho (21/22 de junho) e de -23.5° ao sul no solstício de dezembro (21/22 de dezembro).

Às 03h44m da data 17/08/2022 referida acima, a Estação Espacial Internacional, ou *International Space Station* – ISS (em operação até o presente graças à parceria entre vários países) orbitando a Terra numa velocidade de aproximadamente 28 mil km/h, passava sobre a Oceania, próximo a nova Zelândia, região que em alguns minutos subsequentes terá o pôr do sol. Esta afirmação é possível seguindo a interpretação dos referenciadores: o Sol a pino; o Terminador – a linha que separa o dia (região clara) da noite (região escura); a linha do equador; a trajetória da ISS em órbita da Terra. Observamos que, se tomarmos de empréstimo a linguagem matemática para analisar e constatar que, nos minutos seguintes ao registro dessa imagem do app da ISS, o qual fornece informações em tempo real e de acesso gratuito, teremos um gráfico de funções matemáticas. O eixo "x" é na linha do equador e corresponde à longitude; o eixo "y" é perpendicular ao equador e corresponde à latitude.

A linha que demarca a trajetória da ISS remete aos valores de x (longitude) e y (latitude) encontrados no canto inferior direito na imagem. Assim sendo, temos latitude = $-34,52^\circ$ e longitude = $176,36^\circ$. O valor da longitude deve ser convertido em tempo, ou seja, em horas e minutos, segundo as conversões $1\text{ h} = 15^\circ$ e $4\text{ m} = 1^\circ$, para estimar o momento em que ocorre o pôr do sol na Nova Zelândia.

A correspondência entre as coordenadas x e y com a longitude e a latitude está prevista na habilidade EF05MA15 de Matemática da BNCC:

(EF05MA15) Utilizar e compreender diferentes representações para a localização de objetos no plano como mapas, células em planilhas eletrônicas e coordenadas geográficas, a fim de desenvolver as primeiras noções de coordenadas cartesianas.

4.2.2 Chauvinismo das zonas temperadas

Há a necessidade de se precaver contra o que se pode chamar de *chauvinismo das zonas temperadas*, já que muito do material disponível para astronomia usado nas escolas, foi elaborado para as zonas temperadas e inclusive para o hemisfério norte! Selles e Ferreira (2004) já haviam observado que as ilustrações das estações do ano em quinze livros didáticos de ciências voltados para as séries iniciais do Ensino Fundamental não refletem o que comumente se vê no Brasil, uma vez que na maior parte do país não há variações extremas na paisagem ao longo das estações do ano, conforme ocorre em países da zona

temperada. As representações do inverno e da primavera, por exemplo, correspondem a padrões típicos encontrados em regiões da zona temperada, muitas vezes do Hemisfério Norte, como a ocorrência de neve, que no Brasil além de rara é circunscrita a locais a maiores latitudes e altitudes. Do mesmo modo, nesses livros, a presença de flores marca a primavera, enquanto que no Brasil estão presentes o ano todo e não apenas num determinado período. Assim, os alunos terão dificuldades de reconhecer nas representações das estações do ano o que eles vivenciam cotidianamente. Diferentemente dos países na zona temperada no Brasil, devido à sua extensão territorial, há várias modalidades climáticas: equatorial, tropical, subtropical e temperada.

Os produtos didáticos de astronomia têm que levar em conta o fato de que o Brasil se localiza esmagadoramente na zona tropical. Como mostra a figura 4.5, há três tipos de *zonas climáticas*: a zona tropical (ou zona intertropical), as zonas temperadas e as zonas glaciais (calotas polares). Essas zonas são definidas por 4 *paralelos* (círculos paralelos ao equador), cada um com sua *latitude* (latitude é a distância em graus de um lugar da superfície terrestre até equador; é positiva ao norte do equador, e negativa ao sul): os trópicos de Câncer (hemisfério norte) e de Capricórnio (hemisfério sul), com latitudes $+23^{\circ} 27'$ e $-23^{\circ} 27'$, respectivamente, e os círculos polares Ártico (hemisfério norte) e Antártico (hemisfério sul), com latitudes de $+66^{\circ} 33'$ e $-66^{\circ} 33'$, respectivamente. A zona tropical está entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, as zonas temperadas norte e sul, entre o trópico de Câncer e o círculo polar Ártico e entre o trópico de Capricórnio e o círculo polar Antártico, respectivamente. Já as zonas glaciais norte e sul são delimitadas pelos círculos glaciais Ártico e Antártico, respectivamente.

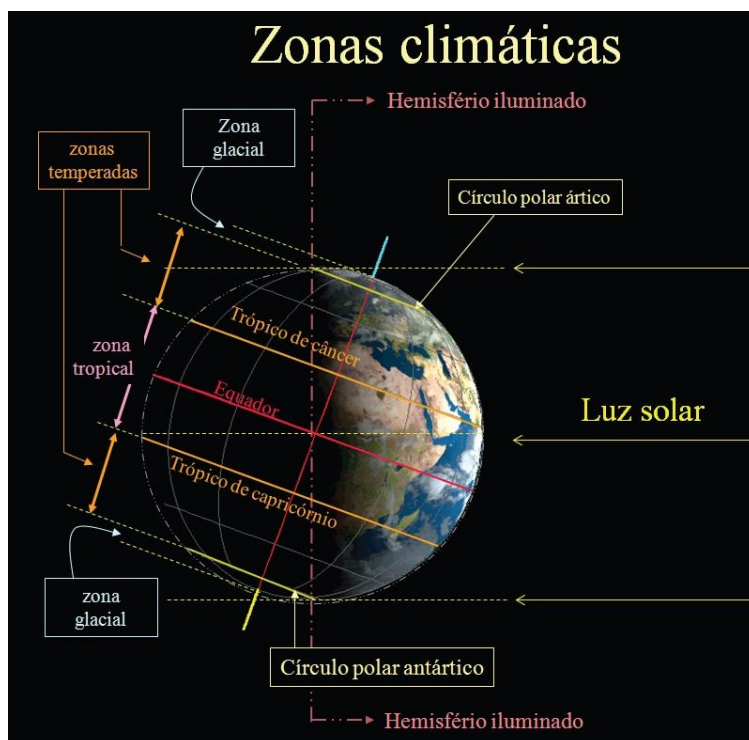


Figura 4.5. Zonas climáticas. Fonte: Picazzio, 2011.

Dois fatos geográficos devem ser lembrados sobre o Brasil. Em primeiro lugar, o país está quase que inteiramente no hemisfério sul, mas uma pequena parte está no hemisfério norte. De um total de 5570 municípios do Brasil, 27 municípios (0,5% do total) estão acima do equador, sendo que o município mais setentrional, ou seja, mais ao norte do equador é Uiramutã, em Roraima (latitude $4,59^\circ$, longitude $-60,16^\circ$). Compare-se o número de 27 com os 5523 municípios que estão ao sul do equador. O município brasileiro mais meridional, isto é, mais ao sul do equador, é Chuí, no Rio Grande do Sul (latitude $-33,69^\circ$, longitude $-53,45^\circ$) (IBGE, 2011, 2015).

Em segundo lugar, o Brasil é um “país tropical”, pois a maior parte do seu território está na zona tropical, que se situa entre o trópico de Câncer, ao norte do equador, a uma latitude $+23^\circ 27'$ ($+23,45^\circ$ em notação decimal), e o trópico de Capricórnio, ao sul do equador (latitude $-23^\circ 27'$). O ângulo $23^\circ 27'$ é aquele da inclinação do eixo da rotação da Terra em relação ao plano da sua órbita (PICAZZIO, 2011, p. 72).

A imensa maioria dos municípios estão dentro da zona tropical. Dos 5570 municípios do Brasil, apenas 1191 (21% do total) estão na zona temperada, ao sul do trópico de Capricórnio (IBGE, 2015) Em 2 municípios, o trópico de Capricórnio cruza exatamente a sede do município, a uma latitude $23,45^\circ$: Paiçandu, no estado do Paraná (longitude $-52,04^\circ$) e Votorantim, no estado de São Paulo (longitude $-49,40^\circ$). Na

verdade, os municípios são muitas vezes tão extensos que a latitude varia significativamente na extensão de norte a sul do município. Assim, se adotarmos uma aproximação razoável de um décimo de grau para a latitude das cidades e para a obliquidade da eclíptica ($23,5^\circ$), as capitais estaduais Macapá e São Paulo coincidem com equador e com o trópico de Capricórnio, respectivamente. Na figura 4.6 podemos ver que o trópico de Capricórnio cruza o norte do município de São Paulo. Das 27 capitais do Brasil (Brasília e as capitais dos 26 estados), apenas 3 estão na zona temperada (tabela 4.1), confirmando o status de “país tropical” do Brasil.

Tabela 4.1. Longitude e latitude das capitais brasileiras. Fonte: IBGE, 2015.

Capital	Unidade federativa	Latitude	Longitude
Rio Branco	Acre	-9,97	-67,80
Maceió	Alagoas	-9,66	-35,73
Macapá	Amapá	0,03	-51,06
Manaus	Amazonas	-3,10	-60,02
Salvador	Bahia	-12,97	-38,51
Fortaleza	Ceará	-3,71	-38,54
Vitória	Espírito Santo	-20,31	-40,33
Goiânia	Goiás	-16,67	-49,25
São Luís	Maranhão	-2,52	-44,30
Cuiabá	Mato Grosso	-15,59	-56,09
Campo Grande	Mato Grosso do Sul	-20,44	-54,64
Belo Horizonte	Minas Gerais	-19,81	-43,95
Belém	Pará	-1,45	-48,50
João Pessoa	Paraíba	-7,11	-34,86
Curitiba	Paraná	-25,42	-49,27
Recife	Pernambuco	-8,05	-34,88
Teresina	Piauí	-5,08	-42,80
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	-22,90	-43,20
Natal	Rio Grande do Norte	-5,79	-35,20
Porto Alegre	Rio Grande do Sul	-30,03	-51,22
Porto Velho	Rondônia	-8,76	-63,90
Boa Vista	Roraima	2,81	-60,67
Florianópolis	Santa Catarina	-27,59	-48,54
São Paulo	São Paulo	-23,54	-46,63
Aracaju	Sergipe	-10,91	-37,07
Palmas	Tocantins	-10,16	-48,33
Brasília	Distrito Federal	-15,77	-47,93

Apesar do Brasil ser um país majoritariamente tropical, as manifestações da cultura brasileira, na música, poesia, literatura, ainda são permeadas pelo “chauvinismo das zonas temperadas”. Veja a referência à “folhas que caem” na música “As quatro estações” de Sandy & Junior (1999):

Passa o inverno, chega o verão
O calor aquece minha emoção
Não pelo clima da estação
Mas pelo fogo dessa paixão

Na primavera à calmaria
Tranquilidade uma quimera
Queria sempre essa alegria
Viver sonhando, quem me dera

Outono é sempre igual
As folhas caem no quintal
Só não cai o meu amor
Pois não tem jeito é imortal

Já outras obras abordam as estações de um modo mais condizente com a realidade brasileira, como no “Cântico à natureza”, samba enredo de 1955 da Estação Primeira de Mangueira (autoria de Alfredo Português, Jamelão e Nelson Sargento):

Brilha no céu o astro-rei
Com fulguração
Abrasando a terra
Anunciando o verão
Outono
Estação singela e pura
É a pujança da natura

Dando frutos em profusão
Inverno
Chuva, geada e garoa
Molhando a terra
Preciosa e tão boa
Desponta
A primavera triunfal
São as estações do ano
Num desfile magistral
A primavera
Matizada e viçosa
Pontilhada de amores
Engalanada, majestosa
Desabrocham as flores
Nos campos,
Nos jardins e nos quintais
A primavera
É a estação dos vegetais
Oh! primavera adorada
Inspiradora de amores
Oh! primavera idolatrada
Sublime estação das flores

Além do seu poder poético, o “Cântico à natureza” tem um grande acerto empírico ao elencar com precisão os marcadores das estações próprios do Sudeste brasileiro: no verão, o Sol abrasa a Terra; o outono é bem-vindo devido aos frutos em profusão; o inverno mesmo é saudado como positivo pelo frescor que vem com a garoa e geada; e a primavera é a “estação dos vegetais”, com suas flores.

As temperaturas e grau de umidade das regiões tropicais e subtropicais variam ao longo do ano influenciadas por outros fatores além da insolação solar. No Brasil, as “frentes frias”, que ocorrem mesmo no verão são um exemplo desses processos. Na Europa, inteiramente na zona temperada, as “ondas de calor” se tornaram tão intensas nos

últimos anos que passaram a receber nomes como as furacões. É o caso da onda de calor “Zoe” da Espanha de julho de 2022 (Zoe: Onda de calor na Espanha é primeira a ser “batizada” no mundo, Henrique Andrade, CNN, 29/07/2022 às 07:26. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/zoe-onda-de-calor-na-espanha-e-primeira-a-ser-batizada-no-mundo/>. Acesso em: 23/09/2022).

Tratam-se de uma manifestação das mudanças climáticas. Clima deve ser diferenciado de “Tempo”, por ser um conjunto de fenômenos de grande escala e se desenrolando em longa duração. O Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, fornece tanto previsão de tempo (ver <https://tempo.cptec.inpe.br/> para cada cidade) como monitoramentos climáticos (<http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentoglobal/pt>)

4.2.3 Investigando a rotação e a translação da Terra com o gnômon

O gnômon é um útil instrumento para desconstruir concepções errôneas (concepções alternativas) persistentes no senso comum. Entre essas ideias equivocadas do senso comum, temos a de que ao meio-dia a sombra de um poste desaparece, porque o Sol está a pino (LANGHI, 2011, p. 387). Nesse caso, o conjunto do poste (ou haste) com a sua sombra projetada em um plano constitui um “gnômon”.

Na verdade, há 3 possibilidades para a ocorrência do Sol a pino, dependendo do local:

- 1) se ele estiver mais afastado do equador do que o trópico, ou seja, ou na zona temperada ou na zona glacial, nunca ocorrerá o Sol a pino;
- 2) se estiver exatamente na linha do trópico, somente em um dia, no Solstício de Verão, ou seja, no primeiro dia de Verão (em junho, no Solstício de Câncer, se for no trópico de Câncer, no Hemisfério Norte, ou em dezembro, no Solstício de Capricórnio, se for no trópico de Capricórnio, no Hemisfério Sul);
- 3) se ele estiver na zona tropical, em dois dias entre os Equinócios, entre o começo da primavera e começo do outono; em particular, se o local estiver na linha do equador, ocorrerá exatamente nas datas dos Equinócios.

Ainda se pode assinalar que:

1) A sombra do gnômon ao meio dia em geral não é nula, é apenas a mais curta do dia. O comprimento da sombra ao meio dia vai depender da época do ano e da latitude do local. Para locais na zona equatorial, entre o Trópico de Capricórnio ($23,5^\circ$ Sul) e o Trópico de Câncer ($23,5^\circ$ Norte), a sombra é nula só em dois dias do ano. Esse é o caso de Recife. Para o locais mais frios, ou ao sul do Trópico de Capricórnio ($23,5^\circ$ Sul), ou ao norte do Trópico de Câncer ($23,5^\circ$ Norte), a sombra ao meio dia nunca desaparece. Esse é o caso de Porto Alegre.

2) Na verdade, a sombra não apenas aumenta ou diminui ao longo do dia, mas também gira

3) O fato de que a sombra gira significa que ela pode ser que a sombra pode ser usada como relógio, o que permite construir o “Relógio de Sol”.

4) A direção da sombra mínima ao meio dia é exatamente a direção norte-sul. Se o Sol está ao Sul, a sombra aponta para o Norte, se o Sol está ao Norte, a sombra aponta para o Sul.

5) Já a direção da sombra mais longa, ao nascer do Sol, em geral não dá o ponto cardinal Leste exato, nem ao pôr do Sol, o ponto cardinal Oeste exato, mas ficam ou mais ao norte (entre abril e agosto) ou mais ao sul (entre outubro e fevereiro) dos pontos cardinais Leste ou Oeste exatos.

6) O giro da sombra do gnômon ao longo do dia é causada pelo movimento de rotação da Terra.

7) A variação do comprimento e direção da sombra mínima ao meio dia é causada pelo movimento de translação da Terra, em particular da oscilação para o Norte ou para o Sul da posição aparente do Sol em relação ao equador é causada pelo fato que o plano da órbita da Terra ao redor do Sol, ou da órbita aparente do Sol (a Eclíptica) ser inclinado em relação ao equador

O ponto 7) acima nos remete a uma outra concepção alternativa (erro) persistente, a de que “Ao longo de um ano, à mesma hora do dia, a sombra se torna máxima no solstício de inverno, e mínima no solstício de verão.” (JESUS, 2016, p. 20; ver também SILVA; GUIMARÃES; PASSOS, 2021). A hora referida acima é, em geral, o meio-dia. Essa situação, contudo, é válida apenas para a zona temperada. Em relação à variação da

sombra ao meio dia, que é a sombra mínima para um dado dia, há 4 situações, dependendo da latitude:

- 1) Se o local estiver na zona tropical, de fato, a sombra ao meio dia é máxima é no solstício de inverno, porém, no solstício de verão, ela se posiciona na direção oposta em relação à do solstício de inverno e com a dimensão máxima nessa direção. Em dois dias entre o equinócio de primavera e de outono naquele hemisfério, a sombra é nula, correspondendo ao Sol a pino, e portanto, é a sombra mínima. Assim, é mais preciso dizer que, se o local estiver no hemisfério sul, no Solstício de Inverno, a sombra ao meio dia terá a máxima extensão sul e, no Solstício de Verão, terá a máxima extensão norte. Para o hemisfério norte, a situação será a inversa.
- 2) se o local estiver exatamente no trópico, ou de Câncer ou de Capricórnio, a sombra ao meio-dia máxima será no Solstício de Inverno, e nula (Sol a pino), ou seja, mínima, no Solstício de Verão.
- 3) se o local estiver na zona temperada, então, a sombra ao meio-dia é máxima no solstício de inverno, e mínima no solstício de verão.
- 4) se o local estiver na zona glacial, durante um período do ano, entre o equinócio de outono e o de primavera naquele hemisfério, o Sol estará abaixo do horizonte (não haverá dia claro), e portanto não haverá sombra no dia do Solstício de Inverno. Já, no Solstício de Verão, de fato, a sombra terá a extensão mínima.

A concepção errônea de que a sombra ao meio-dia se torna máxima no solstício de inverno, e mínima no solstício de verão, se deve em parte à persistência do “chauvinismo das zonas temperadas” em textos didáticos. Assim, Boczko (1984, p. 10) apresenta um esquema da sombra projetada por um gnômon ao longo do ano dentro dessa perspectiva (Figura 4.7).

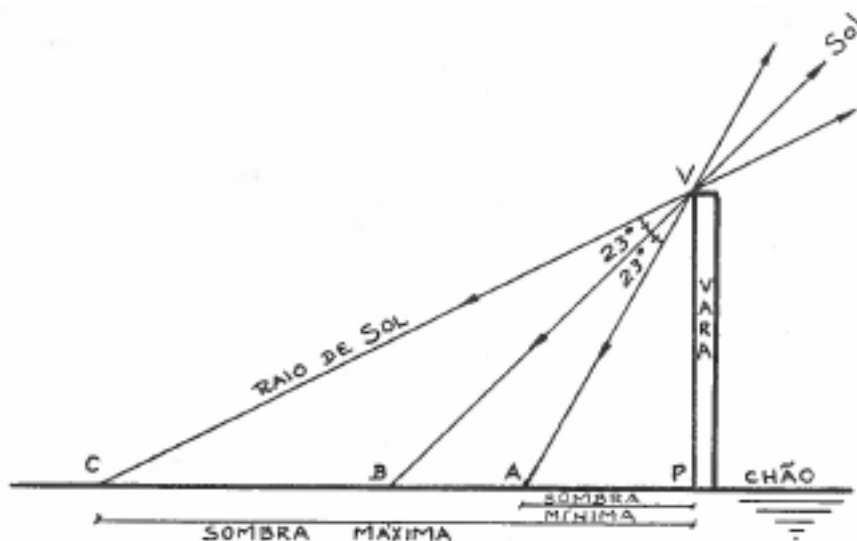


Figura 4.7. A sombra ao meio-dia projetada por um gnômon, segundo a perspectiva das zonas temperadas. “A” corresponde ao solstício de verão, “B” aos equinócios, e “C” ao solstício de inverno. O oeste está à frente, o norte à direita e o sul à esquerda. Fonte: Boczko (1984).

Na verdade, a situação em que a sombra ao meio-dia é mínima é durante o solstício de verão só é válida para locais na zona temperada. Isso ocorre apenas para três capitais brasileiras: Porto Alegre, Florianópolis e Curitiba. Em São Paulo, como essa cidade é cruzada pelo trópico de Capricórnio, a sombra ao meio-dia no solstício de verão some. O Sol está a pino. Nas demais capitais, por estarem na zona tropical, a sombra ao meio-dia oscila entre a direção máxima Sul, no solstício de junho, e a direção máxima Norte, no solstício de dezembro. O ângulo zenital (inclinação) do raio solar nessas datas é dada pela soma da latitude do local (negativa quando a cidade estiver no Sul, e positiva para cidades ao norte) com a declinação do Sol mais ao norte em junho ($+23.5^\circ$) ou mais ao sul em dezembro (-23.5°). A figura 4.8 mostra o comprimento da sombra ao meio-dia em 6 capitais brasileiras representativas pela sua latitude.

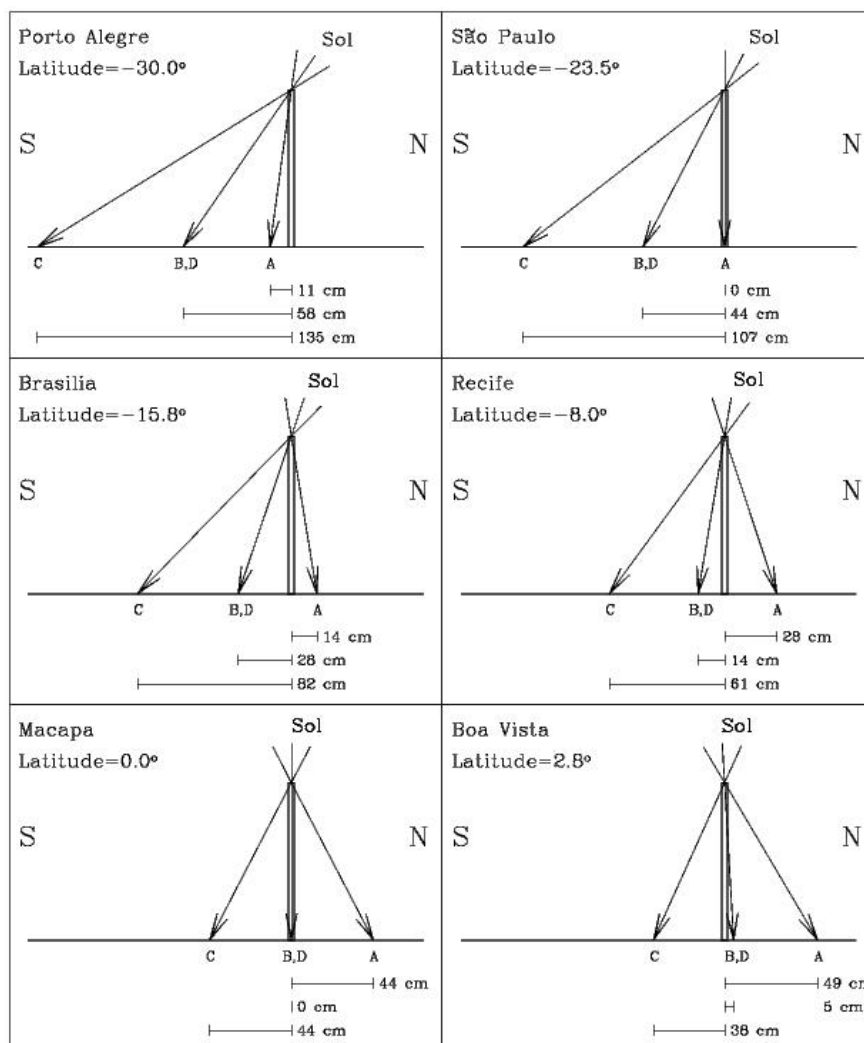


Figura 4.8. Comprimento da sombra ao meio-dia de um gnômon nos equinócios e nos solstícios para 6 capitais brasileiras com latitudes representativas: (A) solstício de dezembro; (B) equinócio de março; (C) solstício de junho; (D) equinócio de setembro. O oeste está à frente, o norte à direita e o sul à esquerda. A altura da haste é 1 metro. Fonte: Sales, 2023.

A construção de um gnômon portátil

Como o gnômon é um instrumento que deveria ser utilizado com frequência ao longo desse trabalho, encomendamos em fevereiro de 2022, a um artesão muito conhecido e reconhecido em Olinda, “Seu” Mário, a confecção de um gnômon portátil. A base do gnômon é dobrável e sua haste é removível. Desse modo, este instrumento pode ser

transportado para a escola ou outro local com facilidade, dentro de uma mochila ou de uma bolsa. Esse foi o protótipo de vários modelos do gnômon portátil que posteriormente foram feitos



Figura 4.9. Etapas da montagem do gnômon portátil pelo artesão “Seu” Mário.

5. VIVÊNCIAS

Ao longo de todo o ano de 2022, no processo de alinhamento e delimitação da abrangência do projeto de pesquisa, optamos por utilizar como metodologia a pesquisa a análise comparada entre escolas e os sujeitos da pesquisa. Assim selecionamos duas unidades escolares na região metropolitana de Recife com perfis muito distintos entre si, uma pertencente à rede privada de ensino, o Colégio Santa e outra, a Escola Estadual Sigismundo Gonçalves, da rede pública estadual.

O Colégio de Santa Maria atende a um público de estudantes pertencente a classes sociais com alto poder aquisitivo, sendo considerada por avaliações externas da secretaria estadual de educação de Pernambuco como sendo uma escola de grande porte. O colégio de Santa Maria possui duas unidades no Paiva e em Boa Viagem. O próprio CEP das escolas já sinaliza que a infraestrutura devem ser de alta qualidade e que todos os recursos estão disponíveis para levar a cabo uma proposta arrojada de ensino com altos investimentos em diversos setores educacionais.

A Escola Estadual Sigismundo Gonçalves (EESG), situada no sítio histórico da cidade de Olinda, é considerada pela secretaria estadual de educação de Pernambuco como sendo também uma escola de grande porte, atendendo em dois turnos (matutino e vespertino) à população do entorno da escola com ofertas dos Anos Finais do Ensino Fundamental, a partir do sexto ano, e do primeiro ao terceiro ano do Ensino Médio.

Nesta referida unidade, implementamos a SD do 6º ano do Ensino Fundamental (ver APÊNDICE 1) e dos planos de aulas nela contidos em turmas do 8º ano nos turnos da manhã e tarde, por uma equipe de professores das disciplinas de Matemática, Português, Inglês, Ciências e História. Desta feita, teremos condições de estabelecer uma análise comparada da aplicação das SDs dentro da mesma unidade de ensino, uma vez que, o perfil de professores e estudantes são distintos para ambos os turnos.

Percebemos, desde a primeira reunião realizada no dia 23/08/22, de forma remota pela plataforma *Google Meet*, entre a gestão da unidade escolar, e consecutivamente com a equipe de professores, (realizada no dia 13/09/22 - também, de forma remota) que na escola pública teríamos um campo mais abrangente para vivência da inter e transdisciplinaridade, uma vez que, o conteúdo didático para as turmas do oitavo ano manhã e tarde foram os mesmos para cada componente curricular, destacando a

especificidade de cada disciplina e professor em fazer a abordagem pertinente aos saberes de cada área. Escolhemos também aplicar a SD do 6º pois, como apontaram os gestores e professores, em virtude da quase ausência de recursos para Educação A Distância durante os 2 anos de pandemia, houve um atraso também de dois anos dos conteúdos abordados em relação aos que constavam do planejamento inicial.

No caso do Colégio Santa Maria houve, em 14 de julho de 2022, uma visita ao IAG/USP de cinco dos seus professores das áreas de ciências e geografia do Ensino Fundamental, onde três professores, dois de ciências e um de geografia, se comprometeram a aplicar ao menos parcialmente as SDs desenvolvidas por nós conectando educação ambiental conectando educação ambiental a astronomia e astrobiologia. O projeto seria implementado nas duas unidades do Colégio Santa Maria, localizadas em Boa Viagem (município de Recife) e no Paiva (município do Cabo de Santo Agostinho). Em reuniões remotas posteriores, detalhamos como implantar o projeto e procuramos alinhar aos planejamentos dos professores das turmas do sexto ao nono ano dos Anos Finais. Cabe ressaltar, que o projeto pedagógico do Colégio Santa Maria é muito focalizado e ao final, o professor de geografia Prof. Tiago Meirinho não conseguiu desenvolver a proposta de ação transdisciplinar que havíamos desenhado em conjunto com os três professores. Contudo, os professores de ciências, Prof.^a Isabel Guaraná e Prof. Jorge Figuerêdo, desenvolveram vários produtos didáticos interessantes ao final do processo.

Seguimos em ambas as escolas, os mesmos procedimentos e protocolos:

- Reunião prévia com a equipe de gestão e de professores;
- Apresentação do projeto de pesquisa;
- Formação remota sobre princípios básicos do conceito de astronomia, seu caráter didático na Educação Básica e suas vertentes transdisciplinares;
- Apresentação e discussões sobre os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável ODSs
- Mudanças e acréscimos nas SDs conforme o desenvolvimento da dinâmica no ambiente escolar;
- Acompanhamento da equipe de professores através de formulários do google, grupos de whatsapp, e emails.

Os professores participantes da pesquisa são apresentados nas tabelas 4.1 e 4.2.

Tabela 5.1. Professores da Escola Estadual Sigismundo Gonçalves.

Professor(a)	Formação	Disciplina
Dhália Regina da Silva Santos	Licenciatura Plena em Ciências hab. Biologia	Ciências e biologia
Israel Ubaldo Vasconcelos Neto	Filosofia	História/Sociologia/Projeto de Vida
Paula Laís Macêdo Guedes Rodrigues da Silva	Letras	Português
Alexsandro Mota de Sena	Matemática	Matemática
Iveline Felix da Costa	Letras / Pós-graduada	Inglês/Português/Arte

Tabela 5.2. Professores do Colégio Santa Maria.

Professor(a)	Formação	Disciplina	Ano
Jorge Mário de Figuerêdo Júnior	Licenciatura Plena em Ciências hab. Biologia	Ciências e biologia	6º, 8º e 9º
Isabel Luz Guaraná	Licenciatura Plena em Ciências hab. Biologia	Ciências e biologia	6º, 7º e 8º
Tiago Meirinho	Licenciatura Plena em Geografia	Geografia	6º e 9º

Com o objetivo de promover a educação inclusiva e equitativa de qualidade em todos os níveis – primeira infância, ensinos fundamental, médio, superior, técnico e profissional – e discutir as questões ambientais prementes, como etapa prévia do projeto tanto no Colégio Santa Maria como na Escola Estadual Sigismundo Gonçalves, foi feita uma apresentação dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODSs) da Organização das Nações Unidas (ONU), conforme a Agenda 2030 (ONU, 2021).



Figura 5.1. Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODSs) da ONU.

Como também utilizamos em ambas as escolas o aplicativo *ISS Live Now*, que acompanha a órbita e eventos a bordo da Estação Espacial Internacional (ISS, do inglês *International Space Station*), direcionamos os professores ao texto *History and timeline of the ISS*, que fornece uma perspectiva histórica dos antecedentes, construção e utilização da ISS (NASA, 2022). A importância da ISS é enfatizada neste documento:

O instinto do homem, desde que se percebeu como um ser pensante, inteligente e inteligível, é regido pela necessidade de explorar e dominar. Primeiro foram as explorações territoriais, nas quais o homem pode se expandir pela face do planeta Terra, encontrou novos territórios para atender os seus mais variados propósitos, de acordo com o pensamento e a cultura a qual pertencia. Em seguida, após longos séculos de história, na qual o homem vai deixando cada vez mais a sua condição de nômade e vai tornando-se um ser territorialista e defensor do espaço territorial por ele e os seus conquistados, e passa a se lançar aos mares e oceanos em busca de explorar novos territórios além-mar. Este momento de exploração pelos oceanos ampliou as dimensões territoriais da Terra, diminuindo as distâncias e alargando as fronteiras do mundo em outros continentes. Contudo, à época, os exploradores marítimos também enfrentaram opositores.

Ademais, a ISS é a concretização de um antigo sonho da humanidade, que havia sido expresso até então apenas na ficção científica, onde a ciência se une a uma cultura de paz mundial e se concretiza no espaço.

Foi realizado todo um processo de implementação do presente projeto ao longo do ano de 2022 nas duas escolas acima mencionadas. A seguir apresentamos as culminâncias tanto no Colégio Santa Maria como na Escola Estadual Sigismundo Gonçalves.

5.1 Vivência do projeto de pesquisa na escola privada

5.1.1 Aplicação da SD para o 6º ano em aulas experimentais de Ciências

No Colégio Santa Maria, dentro da disciplina de Ciências, foram ministradas aulas com aplicação da SD que elaboramos para o 6º ano do Ensino Fundamental. A SD para o sexto ano dos Anos Finais da Educação Fundamental (ver APÊNDICE 1), apresenta todas as orientações necessárias para articulação dos conteúdos programáticos de modo transdisciplinar, possibilitando uma prática didática integradora do Ensino de Astronomia nas escolas de Educação Básica.

A unidade escolar selecionada para vivência da prática desse projeto de pesquisa foi o colégio de Santa Maria de Boa Viagem, localizado na cidade de Recife, região metropolitana, capital do Estado de Pernambuco. A referida instituição de ensino pertencente à rede privada e possui infraestrutura pertinente à uma escola de grande porte dado os recursos que a mesma oferece à sua comunidade, recursos estes que vão desde às instalações prediais, corpo técnico, docentes qualificados, laboratórios para todas as áreas do conhecimento, salas de informática, entre outros. Vale salientar também que trata-se de uma unidade de ensino privada na qual o público-alvo passa a ser também específico, são estudantes, em sua maioria, oriundos da classe média alta da sociedade. Não adentraremos nesse critério uma vez que o mesmo não está contemplado nos objetivos da pesquisa. Apenas, registramos as devidas informações para contextualizar o local de aplicação da vivência.

No dia 22/11/2022, no turno da manhã, para as turmas do sexto ano do colégio, aplicamos a SD do 6º ano com a execução conforme o plano de ação da aula nº 01. Foram seis aulas para seis turmas, das quais nos ateremos a analisar os dados obtidos nas

sequências de aulas das turmas 02, 03, 04 e 05 obedecendo o cronograma escolar. As aulas tiveram a duração de 50 min cada.



Figura 5.2. Turma do sexto ano do segundo horário de aulas (das 8h às 8h50). Esteve presente neste momento a professora responsável da turma a Prof.^a Isabel Guaraná. Os estudantes foram bem receptivos e encontravam-se entusiasmados com a novidade. A turma consistia de aproximadamente 50 alunos e alunas na faixa etária adequada ao ano letivo, entre 11 e 12 anos de idade.

Contamos com a colaboração e a presença da professora responsável pelas turmas, a Prof.^a Isabel Francisca da Luz Guaraná, licenciada em Ciências Biológicas, especialista em ecoturismo, que está em atividade na referida escola há 27 anos.

Utilizamos como espaço para vivência desse momento de aulas um dos auditórios da escolas, equipados com equipamento de projeção, notebook, aparelho de som, um globo terrestre, um gnômon portátil e fotocópias do planisfério.

A dinâmica proposta pela SD para o sexto ano foi a de organizar os estudantes em grupos de até cinco participantes, para que os mesmos realizassem as atividades de maneira individual e simultaneamente com o grupo



Figura 5.3. Recursos da aula. Destacamos com setas em cor preta, os recursos cognitivos utilizados para este momento da aula. São eles: o gnômon portátil; o globo terrestre; equipamentos de multimídias, e a fotocópias do planisfério.

Objetivos das aulas:

1. Trabalhar as competências e habilidades da BNCC em consonância com o Currículo de Pernambuco - CPE - promovendo a transdisciplinaridade de maneira verticalizada e a transversalidade de modo horizontalizado, permitindo que o processo de ensino e aprendizagem se torne mais dinâmico e integrador dos vários saberes sedimentados na escola para o sexto ano.
2. Compreender os movimentos de rotação e translação da Terra e como esses movimentos determinam os dois períodos básicos da nossa temporalidade: o dia e o ano

Dinâmica da aula:

Usar o aplicativo ISS Live Now. Num intervalo de 40 min, os estudantes deverão observar o movimento da ISS pelo aplicativo registrando a passagem da mesma pelo globo terrestre, observando a hora, e o local no globo em que a estação internacional espacial está passando no intervalo de 10 em 10 min e fazer o registro. Deveram anotar:

Qual a hora teve início a observação?

Em que parte do planeta a ISS estava?

Era dia ou noite onde estava localizada a ISS no início da observação?

Usar o globo terrestre e planisfério. Vale ressaltar que como o globo terrestre é um recurso cognitivo do qual não é tão comum haver vários exemplares disponíveis para aplicação em aulas de observação científica. Uma novidade como recurso nesta particular aplicação da SD para o 6º ano foi o uso do planisfério político do IBGE. Distribuimos entre os alunos cópias xerox do planisfério do IBGE, que permitem o trabalho em grupos e registros sobre ele. Além disso, o planisfério com as anotações dos alunos pode ser usado como instrumento de avaliação.

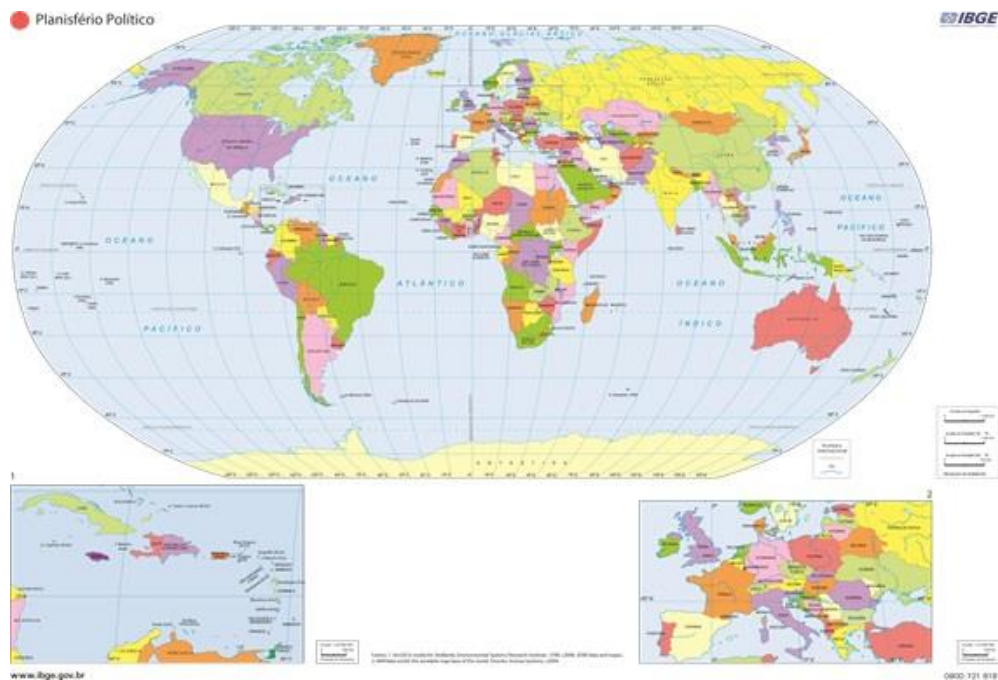


Figura 5.4. Planisfério político do IBGE.

O início da aula foi destinado à apresentação das ferramentas didáticas que foram utilizadas na ocasião, sendo elas o gnômon, a aplicativo *ISS Live Now* em projeção, o globo terrestre e o planisfério.

No momento da apresentação do gnômon, os estudantes se mostraram curiosos e alguns relataram que já haviam ouvido falar sobre o mesmo em aulas de ciências, chegando inclusive, a relatar como o aparelho funciona e qual o objetivo de seu uso. Explanamos sobre as potencialidades do gnômon e sua história ao longo do percurso de desenvolvimento da humanidade. À priori, havia a intenção de promover um período de tempo para a aplicação prática da ferramenta, entretanto, no dia em questão, chovia bastante na cidade do Recife.

Além de dedicarmos um período da aula para apresentação das ferramentas astronômicas, seguimos com a exploração dos recursos que o aplicativo *ISS Live Now* oferece como apoio didático. Com o auxílio do planisfério, foi dada a continuidade da aula onde a todo instante intercalávamos entre os conceitos teóricos e a prática. Em primeiro momento, orientamos aos estudantes a observar na projeção do app da ISS onde a mesma estava localizada, o horário, se era dia claro ou escuro. Apontamos duas linhas: o *equador*, que divide a Terra no hemisfério norte, em cima, e no hemisfério sul, em baixo; e o *terminador*, a linha que separa a parte clara do globo, onde é dia, da parte

escura, onde é noite. Pedimos que os estudantes atentassem ao símbolo do *sol a pino* na imagem do ISS, que indica o ponto do globo terrestre onde o Sol está a pino no momento da observação. Solicitamos que eles marcassem na folha da fotocópia do planisfério em quais partes do globo terrestre estavam iluminados pelo sol, e como, ao longo das observações, o sol a pino faz o movimento aparente para o oeste, do mesmo modo que o terminador. Com esses comandos oriundos da explanação teórica de que um dos movimentos da Terra, o de rotação, é o responsável por esse fenômeno, pedimos para que os estudantes sinalizassem registrando no planisfério as percepções dele, de maneira individual, sobre o horário e região do globo terrestre em que tínhamos a luz solar, marcando esse parte com o símbolo do sol, e quais tínhamos a ausência da luz solar, sinalizando com o símbolo da lua. Utilizando um outro aplicativo, o *Google Earth*, pedimos para que em grupo, os estudantes pesquisassem uma região num ponto do globo terrestre e verificasse qual era o horário local e comparasse com a hora local de onde estávamos. Essas orientações serviram para elucidar não só o movimento de rotação da Terra em torno do seu próprio eixo, como permitir que, comparando a planificação do globo terrestre pelo aplicativo e pelo planisfério, associando ao globo terrestre, os estudantes pudessem perceber a posição do Sol em relação ao equador e mostrar que naquela data (22/11/2023), o hemisfério sul estava mais iluminado e o hemisfério norte mais sombreado e que estávamos no sul mais próximos do começo do verão e, no norte, mais próximos do começo do inverno. Dirigimos também a atenção dos estudantes para o terminador, para mostrar como incidência dos raios solares sobre a superfície do globo terrestre varia, em um dado momento, quando se vai para leste ou para oeste. Os estudantes perceberam o porquê do dia, em sua extensão de aproximadamente 24h, poder ser dia claro em determinado ponto do globo, e dia escuro em outro. Elucidamos que o fato de a Terra ter o eixo de rotação, que passa pelos polos, com uma inclinação de $23,5^\circ$ em relação ao plano da sua órbita faz com que o hemisfério sul esteja mais iluminado do que o norte naquela data, o que é visível pela concavidade iluminada delimitada pelo terminador estar voltada para baixo (sul). Alguns estudantes, inclusive, perceberam que perto do polo norte havia uma noite de 24 horas e perto do polo sul, um dia de 24 horas.

Resultados e análise

Realizamos uma análise comparada das respostas dos estudantes a comandos idênticos em todas as turmas:

- a) Em que parte do globo terrestre encontra-se a incidência do dia claro, conforme a imagem do aplicativo *ISS Live Now*?
- b) Sinalize na folha do planisfério, com o símbolo do sol, o dia claro e, com o símbolo da lua, o dia escuro.

Os alunos foram divididos em equipes que continham no máximo 4 estudantes, e foram distribuídas para cada equipe uma cópia do planisfério político do IBGE para que pudessem realizar suas atividades. Na turma do segundo horário do turno da manhã, conseguimos recolher 12 registros dos planisférios distribuídos, no terceiro horário, 8 registros, no quarto horário, 15 registros, e no quinto horário, 13 registros. Solicitamos aos alunos que anotassem na folha do planisfério, o horário do início das observações com o *ISS Live Now*: 8h57, 9h15, 10h32, e 11h05. Nas figuras 5.5, 5.6 e 5.6, apresentamos uma amostra da coleta das evidências da aplicação do plano de aula proposto. O critério para a seleção dessa amostra se deu pela diferença das respostas entre os mesmos apresentadas pelos estudantes aos mesmos questionamentos.



Figura 5.5. Registro da equipe 2 do segundo horário da manhã.



Figura 5.6. Registro da equipe 10 do segundo horário da manhã.

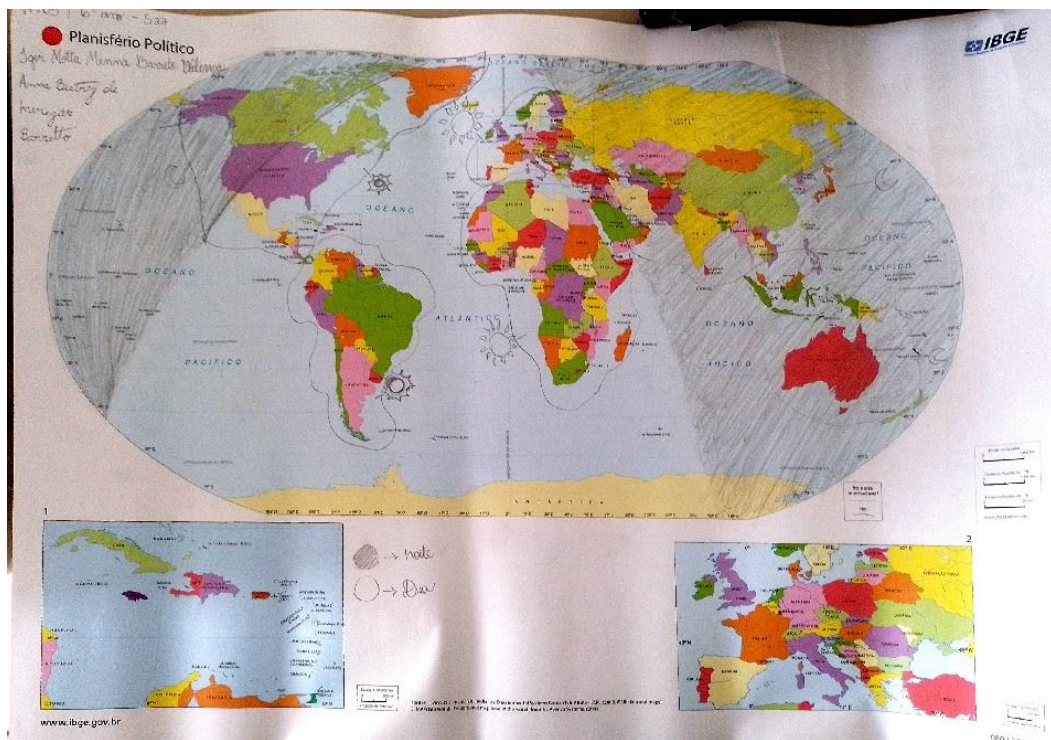


Figura 5.7. Registro da equipe 1 do quinto horário da manhã.

Na figura 5.5, é perceptível que a equipe preocupou-se em catalogar o maior número possível de informações e registrá-las demarcando com o desenho do sol para o dia claro, e da lua para o dia escuro ao passo em que as telas do aplicativo da ISS na projeção iam mudando num intervalo de 10 min.

A equipe ilustrada na figura 5.6, não registrou o mesmo volume de informações que a equipe mencionada acima. Porém, ela fez um registro mais sintético, e identificou corretamente as regiões no globo de dia claro e dia escuro, e ademais, assinalou o terminador.

Por outro lado, a equipe da Figura 5.7 foi extremamente cuidadosa da sua representação dos registros do *ISS Live Now*. Assinalou com um sombreado contínuo a região do globo que estava de noite. Desenhou de modo preciso os contornos do terminador. Por fim, foi além do resultado esperado por essa atividade ao indicar que o extremo norte, no Ártico, estava totalmente mergulhado na noite que e no extremo sul, na parte sul da Antártica, era sol durante 24 horas.

Um ponto comum às três equipes é que elas assinalaram o sol a pino ao sul do equador. Deve-se lembrar que na data (22/11/2022) desta atividade, o hemisfério sul estava mais iluminado que o norte, como mostrado pela concavidade do terminador aberta ao sul. Esta situação também pode ser vista do fato que o sol a pino estava ao sul do equador, o que é confirmado pelo valor da declinação do Sol, obtida pelo *Stellarium*, considerando o horário das 12h daquele dia, que fornece $-20^{\circ} 15' 58''$. Portanto, o sol a pino encontrava-se aproximadamente a 20° ao sul do equador.

O propósito principal do plano de ação da SD do sexto ano não previa uma atividade avaliativa, ou com o maior ou menor número de “erros” e “acertos”, uma vez que, a atividade tem como proposto a didatização do ensino de Astronomia e seu caráter transversal em sala de aula. A grande diversidade de respostas estimuladas por essa atividade já é, em si, uma demonstração de que foi uma ferramenta pedagógica de impacto.

Durante a aplicação da atividade na escola e turma em questão ficou evidente o interesse dos estudantes pelo conteúdo abordado, assim como também pelas ferramentas expostas, tratando-se do aplicativo da *ISS Live Now* alguns alunos fizeram o download do app ainda durante a aula.

Percebemos com esse momento de aula, que ensinar astronomia associada aos componentes curriculares previstos no currículo escolar oficial e o currículo escolar da unidade de ensino trouxe uma amplitude de possibilidades de ensino e aprendizagem, uma vez que a estratégia de ensino aplicada nesse experimento mobiliza saberes prévios de todos os sujeitos envolvidos.

Ao usar o app da *ISS Live Now* com o apoio do globo terrestre e do planisfério ficou mais elucidativo explicar o movimento de rotação da terra sobre seu próprio eixo, assim como, localizar em ambas ferramentas a linha do equador, a posição do sol e da lua no app, o terminador e associar a estação do ano em que foi aplicado a aula.

Ficou evidente também que nem todos os estudantes, divididos em grupos de até quatro participantes, tiveram o mesmo cuidado nos registros das informações solicitadas ao observar a tela do aplicativo e registrar na folha do planisfério. Porém, não há como avaliar numa perspectiva do erro da aprendizagem, todos os estudantes conseguiram compreender e executar o comando dado, assim como também, trouxeram contribuições no momento de desplanificação do mapa, tais como: percebeu-se que a incidência dos raios solares eram maiores na primeira tela exposta em projeção, que estava considerando a geolocalização, no Hemisfério Sul, na América do Sul e parte da Costa Africana estavam sobre o dia claro, o que não se observou na América Central e do Norte, ao desplanificar o planisfério associado ao globo terrestre e ao app *ISS Live Now*, ficou evidente que os raios solares não tinha como atingir o outro continente, uma vez que o mesmo está ao Norte e bem acima da posição do sol no momento da observação.

5.1.2 Impactos das SDs nos trabalhos apresentados na ExpoCiência 2022

A proposta de aplicação das SD's pelas unidades escolares selecionadas para vivência deste projeto de pesquisa levou em consideração alguns fatores, entre eles, duas unidades distintas que contemplassem os Anos Finais – II – da Educação Básica. Não obstante,

que tivessem entre si estruturas e recursos divergentes. Optamos por selecionar uma unidade da rede privada de ensino, e outra da rede pública. O critério unificador de ambas se dá considerando que as mesmas apresentam bons índices de resultados de aprendizagens em avaliações externas às unidades.

Dessa forma, foi ofertada às duas unidades de ensino, localizadas na região metropolitana de Recife- PE, as mesmas sequências didáticas e seus respectivos planos de aulas. Assim como, o mesmo cronograma de assessoria realizada pelo professor orientador desse trabalho como pela estudante- pesquisadora. Foram realizados alguns encontros de modo remoto, através da plataforma *Google Meet*, com as equipes das escolas, desde a gestão aos professores que se voluntariaram a participar desse projeto. Nos encontros, foi abordado sobre a proposta do projeto de pesquisa, o detalhamento da aplicação das SD's, assim como também, criados grupos de comunicação instantânea por aplicativos de comunicação com o objetivo de melhorar a troca de informações e o monitoramento das atividades realizadas.

Nesse primeiro momento, nos ateremos a apresentar os resultados das experiências vivenciadas pela unidade da rede privada de ensino de Pernambuco.

O Colégio de Santa Maria de Boa Viagem procurou aplicar as SD's sugeridas alinhando ao seu cronograma escolar, previamente estabelecido junto a gestão da escola, uma vez que, a unidade escolar adota um determinado produto como recurso educacional que é chamado de SISTEMA DE ENSINO, o mesmo é vendido aos estudantes e tem um alto custo agregado. Desta feita, uma vez que as famílias fazem aquisição desse material e depositam um valor significativo em investimento financeiro, espera-se que haja o uso adequado de tal ferramenta. Embora a equipe da escola não tenha externado esse critério de maneira explícita, entretanto de maneira indireta essa questão ficou evidente considerando que os professores encaminharam para os pesquisadores desse trabalho os seus respectivos planejamentos anuais, semestrais, bimestrais e calendário de avaliações. Percebeu-se com muita clareza o tanto que já estavam com todo o planejamento alinhado ao sistema de ensino adotado pela escola, e que a comunidade escolar também já tinha conhecimento do cronograma definido.

Contudo, a receptividade dos profissionais da unidade de ensino em questão foi entusiasmante. Os colegas de pronto imediato abraçaram a proposta do projeto de pesquisa, se mostraram interessados e perceberam que estavam diante de uma significativa oportunidade de incrementar as suas aulas. Em especial os professores de

Ciências, pois os mesmos já relatavam algumas práticas alinhadas a perspectiva do projeto a eles apresentado, assim como a unidade escolar dispõe de um laboratório de ciências equipado com diferentes ferramentas que seriam utilizadas nas aulas previstas e planejadas no projeto de pesquisa.

Entretanto, mesmo contando com a boa vontade, disponibilidade e interesse dos profissionais, a proposta de parceria já firmada encontrou dificuldades em sua execução de maneira direta e efetiva devido ao cronograma e conteúdos programáticos previamente já organizados. Restando-nos a vivência em práticas, de fato, transversalizadas inter-relacionadas ao currículo prévio da escola. Porém, a didática dos professores envolvidos no projeto permitiu que na feira de ciências da Escola, vivenciada todos os anos conhecida como a EXPOCIÊNCIA, um evento fixo no calendário de eventos escolares e que já acontece a mais de vinte anos, os estudantes puderam expor em *stands* os trabalhos realizados em salas de aulas de ciências do sexto ao nono ano dos anos finais.

Ocorreu um impacto frutífero das formações aplicadas com a equipe de professores de modo remoto e das sequências didáticas na prática dos professores que se manifestou na qualidade dos trabalhos expostos pelos estudantes na ocasião da ExpoCiência 2022, vivida no dia 19/11/22. O sucesso dessa empreitada se deve ao empenho e interação contínuas dos colegas professores colaboradores desse projeto de pesquisa, a Prof.^a Isabel Francisca da Luz Guaraná e o Prof. Jorge Figuerêdo, ambos responsáveis pela disciplina de Ciências na escola, sendo o Prof. Jorge para turmas do 8º e 9º ano e a Prof.^a Isabel pelos 6º e 8º anos

A ExpoCiência do Colégio Santa Maria, embora seu formato apresente uma estrutura tradicional no que compete a organização e exposição dos trabalhos vivenciados em salas de aulas pelos estudantes, traz também aspectos pertinentes ao ensino de ciências numa perspectiva de iniciação científica, a própria estrutura dos *banners* apresentam elementos pertinentes ao gênero textual do discurso acadêmico



Figura 5.8. ExpoCiência 2022: A Agenda 2030 e as 17 ODS.

O tema da Agenda 2030 e as 17 ODSs, amplamente discutido nas SDs que desenvolvemos, foi o trabalho de uma equipe de alunos do 6º ano (figura 5,8). A SD do 6º ano, foi a base desse trabalho mas os alunos também aproveitaram alguns elementos das SDs do 7º, 8º e 9º anos.



Figura 5.9. ExpoCiência 2022: Energia limpa e acessível.

O tema da Energia limpa e acessível (ODS 7) foi o trabalho de uma equipe de alunos do 8º ano (figura 5.9). As SD do 7º e 8º anos contribuiram a esse trabalho. Lembramos que energia eólica também é, em última instância, energia solar (SD do 8º ano) e, que energia limpa significa que não faz uso de combustíveis fósseis e assim não lança gases do efeito estufa (SD do 7º ano).



Figura 5.10. ExpoCiência 2022: Energia Solar

A Energia Solar foi o tema do trabalho de uma equipe de alunos do 8º ano (figura 5.10). A SD do 8º ano contribuiu a esse trabalho. Distingue-se entre energia solar fotovoltaica, energia heliotérmica e energia solar térmica.



Figura 5.11. ExpoCiência 2022: Exploração Espacial

A Exploração Espacial é tema desse trabalho de uma equipe de alunos do 9º ano (figura 5.11). A SD do 9º ano contribuiu a esse trabalho. A transversalidade com a disciplina de História é explorada ao se falar da Guerra Fria e do atual momento de exploração comercial do espaço, e também com a de Linguagens, ao se incluir ficção científica, através da exibição e discussão do filme *Interstellar*.



Figura 5.12. ExpoCiência 2022: A Importância da Galáxia.

A Importância da Galáxia é o tema desse trabalho de uma equipe de alunos do 9º ano (figura 5.12). A SD do 9º ano contribuiu a esse trabalho e em particular o modelo da mesa “A Galáxia –nosso lar cósmico”.



Figura 5.13. ExpoCiência 2022: EcoBags

O Colégio Santa Maria desenvolve toda uma ação social envolvendo estudantes e mulheres de comunidades da Grande Recife. Estas transformam plásticos e outros resíduos em diversos produtos, incluindo as EcoBags (figura 5.13). Esse compromisso da escola com a sustentabilidade é um ponto extremamente importante que coaduna com o presente projeto que envolve a interface do ensino de astronomia com educação ambiental.

5.2 Vivência do projeto de pesquisa na escola pública

A unidade escolar da rede pública de ensino de Pernambuco escolhida para vivência do projeto de pesquisa pertence à Região Metropolitana de Recife, localizada na cidade de Olinda, no sítio histórico. A comunidade de estudantes atendidas pela escola é do entorno, porém, em sua maioria os estudantes encontram-se em situação de vulnerabilidade social, assim como a própria unidade escolar não dispõe de muitos recursos de infraestrutura, tais como: internet para toda a comunidade, ausência de ferramentas didáticas para realizações de experimentos científicos, também não dispõe de laboratórios de pesquisa. Entretanto, a equipe de profissionais que fazem a Escola Estadual Sigismundo Gonçalves (EESG), subordinados à Gerência Regional de Ensino da Metropolitana Norte da Secretária Estadual de Educação de Pernambuco, não se intimidou frente ao desafio apresentado a eles. A equipe gestora na pessoa da coordenadora, a Sra Rebeca Melo, da gestora e da adjunta participaram das reuniões de alinhamento de modo remoto, via plataforma *Google Meet*, foram fundamentais para que traçássemos um parâmetro para aplicação do projeto de pesquisa sobre a Didatização do Ensino de Astronomia. As profissionais que gerenciam a escola, compreenderam e já, nas primeiras reuniões, sinalizaram quais seriam os professores e suas respectivas disciplinas que iriam fazer parte do projeto.

Participaram cinco professores das disciplinas: Matemática, Língua Portuguesa. Língua Inglesa, Ciências e História. Para construir um cenário da aplicação da SD, os professores responderam a um questionário disponível no *Google Forms* via link: <https://forms.gle/X4X6jBUH8F6JTjo3A>. O questionário foi aplicado desde o início do projeto e as respostas consolidadas em 28/12/2022, como constam abaixo:

PERGUNTA 1 – QUAL O SEU NOME?

1. Alessandro Mota de Sena
2. Paula Laís Macêdo Guedes Rodrigues da Silva
3. Iveline Felix da Costa
4. Dhália Regina da Silva Santos
5. Israel Ubaldo Vasconcelos Neto

PERGUNTA 2 – QUAL A DISCIPLINA LECIONADA POR VOCÊ?

QUAL A DISCIPLINA LECIONADA POR VOCÊ?

5 respostas

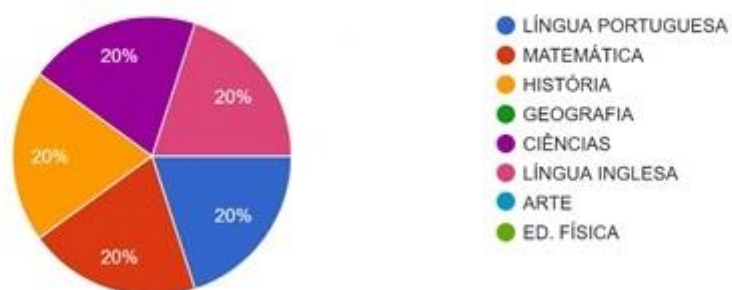


Gráfico 5.1. Disciplina Lecionada.

Os professores(as) participantes do projeto de pesquisa dividiam-se em dois grupos, os que atuavam apenas no turno matutino e os do vespertino, em disciplinas distintas em turmas do oitavo ano. Dessa feita, pode-se contemplar a transdisciplinaridade de modo transversal convergindo a SD do sexto ano, com significativas adaptações, para as turmas do oitavo ano. As vivências do projeto foram em Matemática, Língua Portuguesa, Língua Inglesa, Ciências e História. Vale salientar também quase todos os profissionais participantes dessa experiência não são professores efetivos da rede estadual de ensino de Pernambuco, são profissionais em regime de contratação celetista. Apenas o Prof. Alessandro, de Matemática é efetivo. No presente caso, como uma população de apenas cinco professores, as respostas ao questionário foram triviais, pois cada um deles foi responsável por uma e somente uma disciplina, ou seja, Matemática, Língua Portuguesa, Língua Inglesa, Ciências e História. Com uma população mais ampla, e com

professores eventualmente sendo responsáveis por mais de uma disciplina, esse quesção permitiria modelar a teia transdisciplinar do conjunto de disciplinas.

PERGUNTA 3 –QUAL ANO VOCÊ LECIONA?

QUAL ANO VOCÊ LECIONA

5 respostas

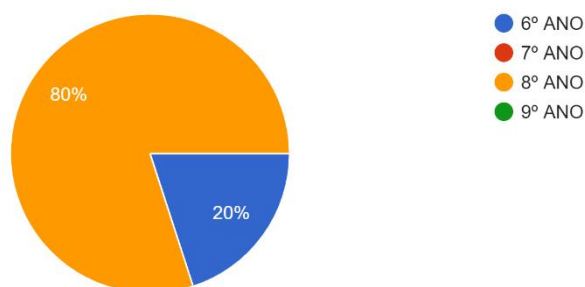


Gráfico 5.2. Ano que leciona.

Majoritariamente os professores selecionados pela gestão da escola para participação na aplicação da prática do projeto de pesquisa lecionavam no oitavo ano. Com exceção do prof. Alexandro, de Matemática, o único a lecionar também em turmas do sexto ano, uma vez que no ano de 2022 a EESG estava em implementação do modelo de ensino integral adotado pela rede estadual de ensino de Pernambuco. Esse processo de adaptação para o sistema de ensino integral no sexto ano, foi decisivo para gestão elencar o oitavo ano para vivência da experiência imersiva em ensino de Astronomia na Educação Básica numa perspectiva transversal e interdisciplinar promovendo à iniciação científica dos estudantes. Desse modo, decidiu-se que a SD fosse aplicada no 8º ano.

PERGUNTA 4 –QUAL TURNO VOCÊ LECIONA?

QUAL O TURNO VOCÊ LECIONA?
5 respostas

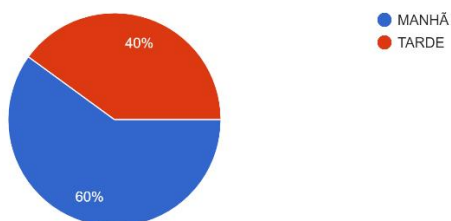


Gráfico 5.3. Turno que leciona.

PERGUNTA 5 – QUAIS DIAS VOCÊ LECIONA NA ESCOLA?

MARQUE APENAS OS DIAS QUE VOCÊ LECIONA NA ESCOLA
5 respostas

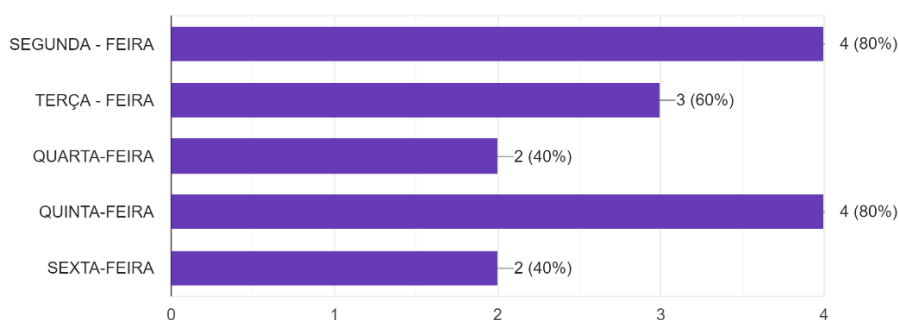


Gráfico 5.4. Dia da semana que leciona.

Os gráficos 5.3 e 5.4 sinalizam que sessenta por cento dos professores atuavam no turno da manhã no ano letivo de 2022, assim como oitenta por cento dos mesmos tinha maioria de sua carga horária de aulas nas segundas-feiras e quintas-feiras. O conhecimento dos turnos e dias da semana lecionados pelos professores permite uma organização de um cronograma para a aplicação da SD planejada.

PERGUNTA 6. –QUAL CONTEÚDO DA SD VOCÊ ESTÁ MINISTRANDO

QUAL O CONTEÚDO DA "SD" VOCÊ ESTÁ MINISTRANDO?

5 respostas



Gráfico 5.5. Conteúdo da SD que está ministrando.

A orientação passada pelo professor – orientador e pela estudante- pesquisadora desse trabalho através das formações continuadas ofertadas no processo de implementação e vivência das práticas das SDs foi que cada professor(a) direcionasse o seu olhar para o seu saber disciplinar específico, contemplando o seu conteúdo programático, o planejamento anual escolar, as competências e habilidades previstas na BNCC, assim como o Currículo de Pernambuco.

Como revela o gráfico 5.5, não foram abordados três tópicos sugeridos pela SD:

- Sol como fonte de energia da Terra
- variação de temperatura com a latitude e as estações
- Efeito estufa

Os temas acima figuram dentro dos conteúdos programáticos previstos nos documentos curriculares oficiais do oitavo ano, entretanto, como já foi mencionado, os professores executores desta vivência imersiva tiveram a oportunidade de elencar quais os conteúdos por eles seriam explorados e inter-relacionados com os seus pares de outros componentes curriculares. Por outro lado, teria sido interessante explorar a sinestesia entre as temáticas não exploradas nessa vivência, todas tem relação com o Sol, que é a nossa principal fonte de energia, tendo em vista a importância dessa temática para a educação ambiental. Não se discute aqui a relevância de tais conteúdos, uma vez que, tratando-se de conhecimento científico e ensino de Astronomia, não enveredamos pelo mérito da relevância ou não de determinada abordagem conteudista. Contudo, o acesso a certas informações didatizadas no ambiente regular de ensino da educação básica, em

particular na rede pública, é fundamental para contemplar o que se espera-quanto às competências e habilidades previstas na BNCC para os Anos Finais.

PERGUNTA 7 –ELENQUE AS HABILIDADES VOCÊ ESTÁ DESENVOLVENDO COM OS CONTEÚDOS DIDÁTICOS MINISTRADOS. (OBS.: APENAS COLOCAR O CÓDIGO DA HABILIDADE COMO EXPOSTO NA SD).

As respostas obtidas foram:

- (EF08MA04) Resolver e elaborar problemas, envolvendo cálculo de porcentagens, incluindo o uso de tecnologias digitais.
- (EF15LP02) Estabelecer expectativas em relação ao texto que vai ler (pressuposições antecipadoras dos sentidos, da forma e da função social do texto), apoiando-se em seus conhecimentos prévios sobre as condições de produção e recepção desse texto, o gênero, o suporte e o universo temático, bem como sobre saliências textuais, recursos gráficos, imagens, dados da própria obra (índice, prefácio etc.), confirmando antecipações e inferências realizadas antes e durante a leitura de textos, checando a adequação das hipóteses realizadas.
- (EF35LP09) Organizar o texto em unidades de sentido, dividindo-o em parágrafos segundo as normas gráficas e de acordo com as características do gênero textual
- (EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características
- (EF08CI12) Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua
- (EF08CI14) Relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra.
- (EF07HI02) Identificar conexões e interações entre as sociedades do Novo Mundo, da Europa, da África e da Ásia no contexto das navegações e indicar a complexidade e as interações que ocorrem nos Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico.

PERGUNTA 8 QUAL A SUA PREVISÃO DE APLICAÇÃO DA AULA Nº 01?

Respostas (observe que o término das aulas foi em 22/12/2022):

29/09/2022

3/10/2022

6/10/2022

11/10/2022

3/11/2022

4/11/2022

22/11/2022

16/12/2022

PERGUNTA 9 –SOBRE O ASSUNTO ABORDADO EM SALA DE AULA, HOUE UMA PREPARAÇÃO PRÉVIA? HOUE UMA SONDAEM SOBRE O NÍVEL DE CONHECIMENTO DOS ESTUDANTES SOBRE O TEMA ABORDADO?

SOBRE O ASSUNTO ABORDADO EM SALA DE AULA, HOUE UMA PREPARAÇÃO PRÉVIA ? HOUE UMA SONDAEM DO NÍVEL DE CONHECIMENTO DOS ESTUDANTES SOBRE O TEMA ABORDADO?
5 respostas

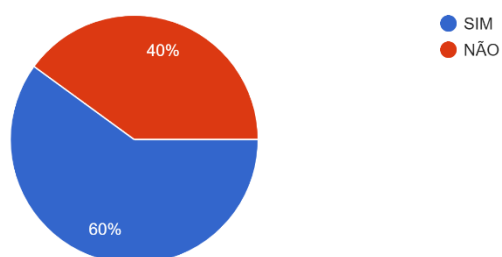


Gráfico 5.6. Preparação prévia e sondagem do nível de conhecimento dos estudantes.

PERGUNTA 10 –NA SUA OPINIÃO, OS ESTUDANTES DEMONSTRAM CONHECIMENTO PRÉVIO DO ASSUNTO ABORDADO?

NA SUA OPINIÃO, OS ESTUDANTES DEMONSTRAM CONHECIMENTO PRÉVIO DO ASSUNTO ABORDADO?

5 respostas

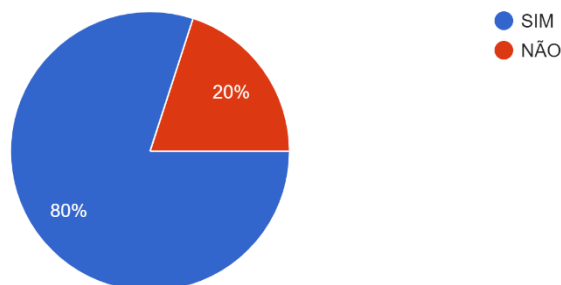


Gráfico 5.7. Conhecimento prévio dos estudantes.

PERGUNTA 11 – DISCORRA SOBRE A SUAS PERCEPÇÕES E AVALIAÇÕES DO DESEMPENHO E INTERESSE DOS SEUS ESTUDANTES NA APLICAÇÃO DA AULA DE Nº 01 DA SD.

Houve 4 respostas (a professora de inglês não respondeu) a essa questão:

- Foi uma aula expositiva. Nome dos eixos, quadrantes, sinais dos quadrantes e localização de coordenadas. Percebi uma boa aceitação e compreensão do conteúdo.
- Houve uma participação especial no assunto abordado. Tive dos alunos um feedback muito bom.
- A maioria tem conhecimento prévio do conteúdo, o desempenho foi satisfatório, os alunos amam esse conteúdo, participam ativamente, com perguntas, respostas, dúvidas.
- A temática da aula e uso de suporte tecnológico, ajudou em atrair o interesse dos Estudantes, houve uma forte interação quando apresentado as narrativas de mito-fundador dos diferentes povos. A abordagem da história da ciência, gerou curiosidade sobre que tipo de instrumentos eram utilizados pelos sábios da época para chegar aquelas determinadas conclusões. Assim, o objetivo da aula foi atingido.

Embora na EESG, os professores não tenham conseguido cobrir todos os conteúdos elencados na SD do 6º ano, houve um grande empenho por parte deles e se formou um verdadeiro ambiente transdisciplinar. Os cinco professores interagiram de modo intenso entre si e comigo. Foram feitos alguns acréscimos e modificações nas dinâmicas propostas pela SD, o que decorre da disposição dos professores de construir uma nova compreensão do mundo, motivada pela aprendizagem da astronomia. Cabe ressaltar que um fator que prejudicou a execução deste projeto pelos professores da EESG foi a ocorrência dos jogos da Copa do Mundo, que ocorreram em um momento crítico para o cronograma da SD, em novembro de 2022.



Figura 5.14 Aula da professora de português, Prof.^a. Paula, abordando a temática da SD.

A professora de português, Prof.^a. Paula, explorou o tema da textualidade de modo extenso, conectando vocabulário astronômico, imagens, narrativas e produção de material escrito (Figuras 5.14, 5.15 e 5.16).

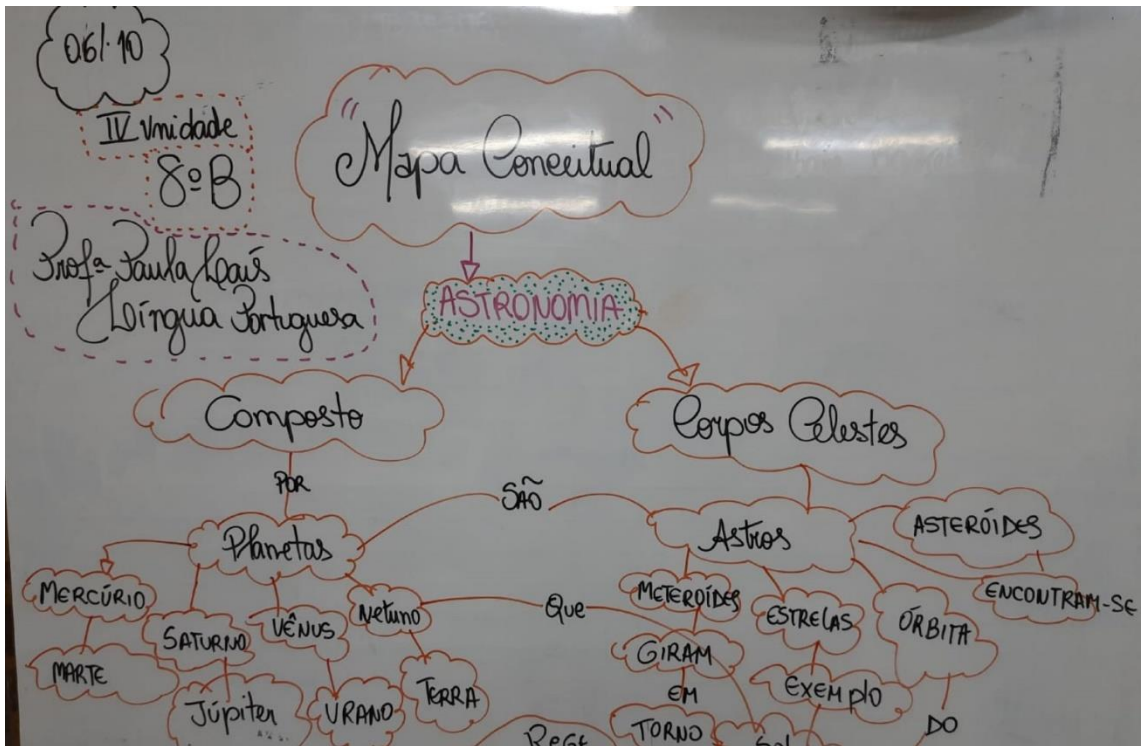


Figura 5.15. Mapa conceitual sobre astronomia, durante a aula de língua portuguesa.

O UNIVERSO

Marcelly Pereira de Azevedo

O Universo apresenta coisas incríveis,
nele existe planeta e constelação.
E diversas coisas superinteressantes,
principalmente o planeta Plutão.



Dessa você não sabia,
o planeta que ninguém viu...Plutão!
Ele fica próximo ao cinturão de Kuiper
e foi considerado o planeta anão.

Outro planeta que você não sabia
é o planeta Ceres.
Que também é um planeta anão,
ele fica no cinturão de asteroides.

Existem planetas gasosos e rochosos.
Mercúrio, Vênus, Terra e Marte são rochosos.
Júpiter, Saturno, Urano e Netuno são gasosos.
Todos são grandes e esplendorosos!

Figura 5.16. Aula de português: poema com inspiração no Sistema Solar.

A professora de língua inglesa, a Prof.^a Iveline, explorou vídeos e sites em inglês, sobre astronomia e astronáutica (NASA, ESA e ESO) e de veículos de imprensa (BBC, CNN) para procurar notícias astronômicas. Esses artigos são excelentes para a prática de língua inglesa, pois, além de motivantes pelo conteúdo de astronomia ou do espaço, os textos científicos têm um vocabulário com vários termos de etimologia latina, facilmente reconhecíveis pelos alunos (Figura 5.17).



Figura 5.17. Construindo o vocabulário astronômico nas aulas de língua inglesa.



Figura 5.18. Aula de história “Da Cosmologia à Mitologia”. A direita, o mito do gigante criador Olorum da cosmologia iorubá.

As aulas de história, sob a responsabilidade do Prof. Israel, foram um verdadeiro exercício de transversalidade. O Prof. Israel tem formação em filosofia e têm grande entusiasmo por ciências naturais, e ele passou esse entusiasmo para os alunos. Fez conexões entre a Revolução Astronômica e as Grandes Navegações. Ademais também abordou cosmologias tradicionais e comparou com a cosmologia moderna. Preparou uma aula especial sobre esse tema “Da Cosmologia à Mitologia” (Figura 5.18).

Houve a criação de um laboratório transdisciplinar nas aulas sobre a “A Esfera e o Mundo”, que correspondem a dupla de aulas nº 01/02 da SD do 6º ano. Foram dadas aulas conjuntas com o professor de matemática, Prof, Akexsandro, a professora de ciência, Prof.^a Dhália, e o professor de história, Prof. Israel. Houve uma combinação de exercícios de cálculo e geometria, tendo como objeto coordenadas geográficas, uso do *ISS Live Now*, e discussões de cunho histórico, sociológico e filosófico (Figura 5.19).



Figura 5.19. Laboratório de transdisciplinaridade “A Esfera e o Mundo”. Criou-se um local de convivência da matemática, ciências e história. Da esquerda para a direita: Prof. Israel, de história, Prof.^a Dhália, de ciências, e Prof, Akexsandro, de matemática.

Nem sempre todos os resultados esperados da aplicação de um dispositivo, neste caso, da SD, são alcançados. Na vivência na EESG, por exemplo, faltou a discussão sobre o Sol como fonte de energia, um tema programado, importante em educação ambiental. Porém, o resultado foi transformador para professores e alunos. A presente SD sofreu mudanças, acréscimos e correções de rumo por parte dos professores em vista da situação concreta no ambiente escolar. Ao longo de uma prática, deve-se estar aberto a mudanças e não se fixar demais a um roteiro fixo, pois a adaptação gera criatividade e aprendizado.

6. CONCLUSÕES E ABERTURAS

Talvez um resultado de se considerar as questões da sustentabilidade dentro da perspectiva tão ampla da astronomia seja recuperar a “embriaguez com o cosmos” que Walter Benjamin considera como própria dos antigos e esquecida pelo mundo moderno:

Nada distingue tanto o homem antigo do moderno quanto sua entrega a uma experiência cósmica que este último mal conhece. O naufrágio dela anuncia-se já no florescimento da astronomia, no começo da Idade Moderna. Kepler, Copérnico, Tycho Brahe certamente não eram movidos unicamente por impulsos científicos. Mas, no entanto, há no acentuar exclusivo de uma vinculação ótica com o universo, ao qual a astronomia muito em breve conduziu, um signo precursor daquilo que tinha de vir. O trato antigo com o cosmos cumpria-se de outro modo: na embriaguez. É embriaguez, decerto, a experiência na qual nos asseguramos unicamente do mais próximo e do mais distante, e nunca de um sem o outro. Isso quer dizer, porém, que somente na comunidade o homem pode comunicar-se em embriaguez com o cosmos (BENJAMIN, p. 68)

A desconfiança de Walter Benjamin em relação à ciência tem uma história. O historiador Fritz Stern (2004), no seu livro *O Mundo Alemão de Einstein*, particularmente no capítulo 1 do livro, elenca vários filósofos e outros pensadores, como Nietzsche e Max Weber, que alertavam sobre os perigos de uma crença irrestrita na ciência.

O contexto histórico da observação de Walter Benjamin é a Primeira Guerra Mundial, onde, segundo STERN (2004, p.24), pela primeira vez houve uma aliança explícita entre os cientistas e a indústria bélica e foram criadas as “armas de destruição em massa”, no caso armas químicas, o gás cloro, usados pelos alemães, e o gás mostarda, usado pelos ingleses. Isso criou uma maldição que pairou sobre os cientistas da natureza – físicos, químicos e biólogos – que perdurou por quase um século. Eles seriam os “cientistas malucos” que criariam armas de destruição em massa – nucleares, químicas e biológicas.

Foi só com o final da Guerra Fria e o fim da ameaça de uma guerra nuclear, é que as ciências da natureza perderam a sua aura de temor. A questão ambiental então se tornou premente e as ciências ambientais emergem com modelizações cada vez mais precisas dos impactos da humanidade no clima, na natureza, na biodiversidade e na sociedade. E, de novo, as ciências naturais são alvos de ataques, dessa vez através do negacionismo, que é a face ideológica de forças de grande poder econômico movida pela ganância sem freios que não se importa em devastar o mundo natural para obter lucros sem limites.

A educação ambiental é um imperativo nesse momento.

E a educação ambiental encontra uma grande aliada nas ciências do céu – astronomia, cosmologia, astrobiologia. É interessante que Walter Benjamin procure referenciar a crise onde estava imerso à uma ruptura mais antiga, de ordem da cosmologia, personificada na Revolução Astronômica. Talvez ele não tenha razão, mas uma coisa é certa. Toda grande mudança, se for realmente grande, pressupõe uma revolução do cosmos. Assim, a consciência ambiental se apoia em uma revolução das mentalidades, onde a perspectiva astronômica é fundamental. É essa perspectiva que orienta a construção e aplicação das sequências didáticas conectando astronomia e meio ambiente. Oferecidas nesse trabalho.

Losch (2019) assinala que os aspectos ecológicos, econômicos, sociais e culturais da sustentabilidade são amplificados e conectados dentro da discussão da sustentabilidade planetária. Essa inclui a compreensão de como qualquer biosfera evolui e dos impactos da humanidade sobre a Terra e além, que são dois eixos de pesquisa em astrobiologia. O estudo e a aprendizagem de questões ambientais e ações promovendo a sustentabilidade terão um grande aporte dos conceitos de astronomia e astrobiologia, e da coordenação entre esses que já tem sido trabalhada há décadas, quiçá séculos, por essas disciplinas.

“A Terra é o berço da humanidade, mas ninguém pode viver no berço para sempre”, assim disse Konstantin Tsiolkovsky (1857-1935) o pioneiro russo dos foguetes e cosmonáutica. James Lovelock (1919-2022) já falava em uma “Ética da Terra” (LOVELOCK, 2003). A nossa responsabilidade com a Terra é imensa. E é urgente! Mas não para por aí. Estamos saindo do planeta e não poderemos repetir em outros mundos os desastres ambientais do nosso planeta. Vamos necessitar uma “Ética do cosmos”.

7. REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, Luis W.;ALVAREZ, Walter; AZARO, Frank; MICHEL, Helen V. Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction, **Science**, v. 208, n. 4448, p. 1095-1108, 1980.
- BACHELARD, Gaston. **La poétique de l'espace**. Paris: PUF, 1978.
- BAHCALL John. How the sun shines. 2002. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/astro-ph/0009259>
- BENJAMIN, Walter. **Rua de mão única**. Obras escolhidas II. São Paulo: Brasiliense, 1987.
- BOCZKO, Roberto. **Conceitos de astronomia**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1984.
- BORGES, Jorge Luis. **História da eternidade**. São Paulo: Globo, 2001.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional** (Lei 9394/96; LDB 9394/96). Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental I**. (PCN) Brasília, DF, 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais - terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: língua portuguesa**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio** (PCNEM). Brasília, DF, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica** (DCN). Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** (BNCC). Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf. Acesso em 18/01/2019.
- BRASIL, Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Sistema de Avaliação da Educação Básica** (SAEB). Brasília, DF, 2019. <http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/saeb>. Acesso em 9 de maio de 2019.

- CALVINO, Italo. **Palomar**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000a.
- CALVINO, Italo. **Seis propostas para o próximo milênio**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000b.
- CRUTZEN, Paul J. Geology of mankind. **Nature**, v. 415, p. 23, 2002.
- CRUTZEN, Paul J.; STOERMER, E. F. The ‘Anthropocene’. **IGBP Newsletter**, v. 41, n. 1, p. 17–18, 2000.
- CRUZ, E. C. Princípios e critérios para o planejamento das atividades didáticas. In: CASTRO, A. D. E. A. (org.). **Didática para a escola de 1º e 2º graus**. São Paulo: Pioneira, 1976. p.49-55.
- DES MARAIS, David J.; et al. The NASA astrobiology roadmap. **Astrobiology**, v. 8, n. 6, p. 715-730, 2008.
- DREYER, Johan Ludwig Emil. E. **History of the planetary systems from Thales to Kepler**. New York: Dover, 1954.
- DYSON, Freeman. **Infinito em todas as direções**. São Paulo: Companhia das Letras, 200.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987
- FRIAÇA, Amâncio C.S. A unidade do saber nos céus da Astronomia medieval. In: MONGELLI, Lênia Márcia de Medeiros (org.). **Trivium e quadrivium: as artes liberais na Idade Média**. Cotia, SP: Íbis. 1999, p. 291-329.
- FRIAÇA, Amâncio C. S. O Vácuo e o Espaço Transdisciplinar. In: Amâncio C. S. Friaça, Luiza Klein Alonso, Mariana Lacombe, Vitória Mendonça de Barros (Orgs.). Educação e Transdisciplinaridade III, p. 439-415. TRIOM, São Paulo. 2005.
- FRIAÇA, Amâncio C.S. O planeta chega ao seu limite. **Le Monde Diplomatique Brasil**, n. 29, p. 9, dezembro de 2009. Disponível em:
<https://diplomatique.org.br/o-planeta-chega-ao-seu-limite/>
- FRIAÇA, Amâncio C.S. Mensagem numa garrafa PET – escalas de tempo do cosmos ao microscópico. **Página 22**, n. 38, p. 21, fevereiro de 2010. Disponível em:
<http://pagina22.com.br/index.php/2010/02/mensagem-numa-garrafa-pet/>
- FRIAÇA, Amâncio C.S. Terra, um jardim no Cosmos. **Página 22**, n. 46, p. 40-41, outubro de 2010. Disponível em:
<https://pagina22.com.br/2010/10/07/terra-um-jardim-no-cosmos/>
- FRIAÇA, Amâncio C.S. Biosfera ameaçada. **Le Monde Diplomatique Brasil**, n. 39, p. 38, outubro de 2010. Disponível em:

<https://diplomatie.org.br/biosfera-ameacada/>

FRIAÇA, Amâncio C.S. Subjetividade no reconhecimento da vida no universo. **Revista Brasileira de Psicanálise**, v. 44, p. 93-101, 2010.

FRIAÇA, Amâncio C.S. A energia renovável vai para o espaço. **Le Monde Diplomatique Brasil**, n. 59, p. 12-13, junho de 2012. . Disponível em:

<https://diplomatie.org.br/a-energia-renovavel-vai-para-o-espaco/>

FRIAÇA, Amâncio C.S. Transdisciplinarity and astrobiology. **MPA5007 - Conceitos Fundamentais em Astrobiologia**. Notas de Aula. 2019. Disponível em:

http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/mpa5007_notas/03mpa5007.pdf. Acesso em 9 de dezembro de 2019

FRIAÇA, Amâncio C.S. O Visível e o Invisível. **MPA5003 – História da Ciência e Ensino de Astronomia**. Notas de Aula. 2020. Disponível em:

http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/mpa5003_notas/08mpa5003.pdf Acesso em 9 de dezembro de 2020

FRIAÇA, Amâncio C.S. What is Astrobiology?. **AGA0316 – A Vida no Contexto Cósmico**. Notas de Aula. 2022a. Disponível em:

http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/aga0316_notas/01aga0316_whastastrobiology.pdf. Acesso em 19 de julho de 2022

FRIAÇA, Amâncio C.S. What is Life?. **AGA0316 – A Vida no Contexto Cósmico**. Notas de Aula. 2022b. Disponível em:

http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/aga0316_notas/02aga0316_whatislife.pdf. Acesso em 19 de julho de 2022

FRIAÇA, Amâncio C.S. Follow the Energy 1. **AGA0316 – A Vida no Contexto Cósmico**. Notas de Aula. 2022c. Disponível em:

http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/aga0316_notas/10aga0316_energy1.pdf. Acesso em 19 de julho de 2022

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A. F.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências.

VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino em Ciências. Campinas, SP, 2011.

Disponível em: http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/ec/ecpdf/giordan_guimaraes_massi-enpec-2012.pdf

JESUS, Daniel Marcos de. **Os professores de ciências e suas práticas: uma proposta didática para o ensino do conteúdo estações do ano**. Dissertação de mestrado.

Universidade Federal de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Feira de Santana, 2016

KOCH, Ingedore G.V. **O texto e a construção dos sentidos**. São Paulo: Contexto, 2009.

LANGHI, R. Educação em astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Cadernos Brasileiros de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 373-399, 2011.

LANGHI, Rodolfo. *Aprendendo a Ler o Céu*. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2012.

LOPES, A. C.; MACEDO, E. F. **Teorias de Currículo**. São Paulo: Cortez, 2013.

LOSCH, Andreas. The need of an ethics of planetary sustainability. **International Journal of Astrobiology**, v. 18, p. 259–266, 2019.

LOVELOCK, James E. Thermodynamics and the recognition of alien biospheres. **Proc. R. Soc. Lond. B.**, v. 189, p. 167—181, 1975 .

LOVELOCK, James E. The living Earth. **Nature**, v. 426, p. 770-771, 2003.

MARCUSCHI, Luiz Antônio. **Produção textual, análise de gêneros e compreensão**. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

MAX-NEEF, M.A. Foundations of transdisciplinarity. **Ecological Economics**, v. 53, p. 5-16, 2005.

MORIN, Edgar. **Complexidade e Transdisciplinaridade**. Natal: EDUFRNI, 2000.

MORIN, Edgar. **A religião dos saberes: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

NAGANUMA, Takeshi. An Astrobiological View on Sustainable Life. **Sustainability**, v. 1, p. 827-837, 2009.

NASA. **Planetary Fact Sheet – Metric**. 2021. Disponível em:

<https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>

NASA. **History and timeline of the ISS**, 2022. Disponível em:

<https://www.issnationallab.org/about/iss-timeline/> acesso em: 10/07/2022

NICOLESCU, Basarab. **O manifesto da transdisciplinaridade**. São Paulo: TRIOM, 1999.

- ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Nações Unidas Brasil. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>
- ONU. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em 21/06/2022.
- PENROSE, Roger. **Road to Reality**. Londres: Random House, 2004.
- PERNAMBUCO, Secretaria de Educação. **Currículo de Pernambuco - Ensino Fundamental - Caderno de Linguagens**. 2019. Disponível em: <http://www.educacao.pe.gov.br/portal/upload/galeria/17691/CURRICULO%20DE%20PERNAMBUCO%20-%20ENSINO%20FUNDAMENTAL.pdf>.
- PERRENOUD, P. **Porque construir as competências a partir da escola?** Curitiba: Editora Melo, 2010.
- PICAZZIO, Enos. Movimento aparente do céu, In: PICAZZIO, Enos (org.) **O Ceu que nos envolve**. São Paulo: Odysseus Editora, 2011, p. 55-78.
- PLANCK COLLABORATION, 2020. Planck 2018 results VI. Cosmological parameters. **Astronomy & Astrophysics**, 641, A6
- PLATÃO. *Timeu e Crítias*. São Paulo: Hemus-Livraria Editora, 1981.
- REES, Martin. **Our cosmic habitat**. Princeton: Princeton University Press, 2001.
- ROCKSTRÖM, Johan, et al. A safe operating space for humanity, **Nature**, 461, 472-475, 2009
- RODRIGUES, Maysa C. C.; FRIACA, Amâncio C. S. A vida no contexto cósmico. **Conhecimento Prático Filosofia**, n. 32, p. 48-53, outubro de 2011.
- SAINT-EUXEPÉRY, Antoine de. **O Pequeno Príncipe**. Barueri: Faro Editorial, 2020.
- SAGAN, Carl. **O mundo assombrado por demônios**. Companhia das Letras, 1996.
- SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências**. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 1, p. 101-110, 2004.
- SILVA, L. M. A. Guia para o ensino de Astrobiologia na Amazônia: contextualizações para a educação básica. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. 2018.

- SILVA, Victor Peres; GUIMARÃES, Michele Hidemi Ueno; PASSOS, Marinez Meneghello. Sequência Didática para o ensino de Astronomia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, p. 1135-1165, 2021.
- SIMAAN, Arkan; FONTAINE, Joëlle. **A imagem do mundo: dos babilônios a Newton**. São Paulo: Companhia das Letras, 2003.
- SOUZA, Eudoro de. **Horizonte e Complementaridade**. São Paulo: Duas Cidades; Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1975.
- STERN, Fritz. **O mundo alemão de Einstein**. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.
- STIGLITZ, Joseph E.; GREENWALD, Bruce C. **Creating a Learning Society: a new approach to growth, development, and social progress**. New York: Columbia University Press, 2015.
- UNESCO. Declaração de Veneza. **Colóquio “A Ciência Diante das Fronteiras do Conhecimento”**. Veneza, 1986. Disponível em:
<http://www.cetrans.com.br/assets/docs/declaracao-de-veneza.pdf>
- UNESCO. Comunicado Final. **“Congresso “Ciência e Tradição – Perspectivas Transdisciplinares para o século XXI”**. Paris, 1991. Disponível em:
<http://www.cetrans.com.br/assets/docs/congresso-ciencia-tradicao.pdf>
- UNESCO. Carta da Transdisciplinaridade. **I Congresso Mundial da Transdisciplinaridade**. Convento de Arrábida, Portugal, 1994. Disponível em:
<http://cetrans.com.br/assets/docs/CARTA-DA-TRANSDISCIPLINARIDADE1.pdf>
- UNESCO. Evolução transdisciplinar da Universidade. **Congresso Internacional de Locarno “Que Universidade para o amanhã? Em busca de uma evolução transdisciplinar da Universidade”**. Locarno, 1997. Disponível em:
<http://www.cetrans.com.br/assets/docs/congresso-internacional-locarno.pdf>
- ZABALA, A. **Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 1998

APÊNDICE 1**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O 6º ANO****A FORMA E OS MOVIMENTOS DA TERRA: DIA E ANO, QUENTE E FRIO**

TEMA: A esfericidade da Terra, o dia e o ano, rotação e translação da Terra, variação da temperatura com a latitude e as estações.

APRESENTAÇÃO: Os dois ciclos fundamentais da nossa existência, o dia e o ano, são determinados por dois movimentos da Terra: o de rotação em torno do seu eixo e o de translação em sua órbita ao redor do Sol. A inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol é a causa das estações ao longo do ano. As variações de temperatura na superfície terrestre são influenciadas principalmente pelas diferenças no ângulo de incidência dos raios solares, causadas tanto pela latitude como pelas estações climáticas. A atmosfera terrestre é muito favorável à existência da vida, pois permite a existência da água no estado líquido e contém o dióxido de carbono que é usado para construir os corpos dos seres vivos, o oxigênio para a respiração, além de apresentar a camada de ozônio para a proteção contra os raios ultravioleta. A compreensão desses fenômenos é muito importante na atualidade, em vista das questões prementes de preservação ambiental.

JUSTIFICATIVA: Há alguns anos, vem se falando bastante sobre como o tempo anda “louco”, com períodos de seca extrema recorde, inundações catastróficas como jamais se viram, e o avanço do oceano sobre locais nunca antes ameaçados pelo mar. Ou seja, o planeta parece que vem sofrendo perturbações significativas no seu padrão climático conhecido por séculos e séculos. O que será que tem provocado tantas mudanças climáticas e alterações nos diferentes sistemas do planeta? Não é tão difícil responder a essa pergunta: a humanidade, ao longo do seu desenvolvimento em diferentes dimensões, tem comprometido a biossegurança do planeta Terra

PÚBLICO-ALVO: 6º ano

ÁREA DO CONHECIMENTO: Ciências Naturais

COMPONENTES CURRICULARES: Astronomia, Ciências Naturais, Matemática, Geografia, História, Língua Portuguesa, Língua Inglesa

NÚMERO DE AULAS: 6

RECURSOS: gnômon; bússola; régua e transferidor; termômetro; calculadora; apps *Stellarium*, *ISS Live Now*, *Google Maps*, *Google Earth*, *Climatempo*; planisférios da

Terra do IBGE; consulta a sites e mídia impressa com informações confiáveis, em português e inglês: institutos de pesquisa científica; instituições de ensino; revistas e jornais consagrados; ONGs amplamente reconhecidas.

DE OLHO NA BNCC

CIÊNCIAS – 6º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Terra e Universo

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Forma, estrutura e movimentos da Terra

HABILIDADES

EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características).

(EF06CI13) Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra.

(EF06CI14) Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos de rotação e translação do planeta Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol.

CIÊNCIAS – 5º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Matéria e energia

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Ciclo hidrológico

Consumo consciente

(EF05CI02) Aplicar os conhecimentos sobre as mudanças de estado físico da água para explicar o ciclo hidrológico e analisar suas implicações na agricultura, no clima, na geração de energia, no provimento de água potável e no equilíbrio dos ecossistemas regionais (ou locais).

(EF05CI03) Selecionar argumentos que justifiquem a importância da manutenção da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água, a preservação dos solos, dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico.

(EF05CI04) Identificar os principais usos da água e de outros materiais nas atividades cotidianas e discutir os possíveis problemas decorrentes desses usos.

MATEMÁTICA – 6º ANO**UNIDADE TEMÁTICA - Números****OBJETOS DE CONHECIMENTO**

Aproximação de números para múltiplos de potências de 10

HABILIDADES

(EF06MA11) Fazer estimativas de quantidades e aproximar números para múltiplos da potência de 10 mais próxima.

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Cálculo de porcentagens por meio de estratégias diversas, sem fazer uso da “regra de três”

HABILIDADES

(EF06MA12) Resolver e elaborar problemas que envolvam porcentagens, com base na ideia de proporcionalidade, sem fazer uso da “regra de três”, utilizando estratégias pessoais, cálculo mental e calculadora, em contextos de educação financeira, entre outros.

UNIDADE TEMÁTICA - Grandezas e medidas**OBJETOS DE CONHECIMENTO**

Ângulos: noção, usos e medida

HABILIDADES

(EF06MA23) Reconhecer a abertura do ângulo como grandeza associada às figuras geométricas.

(EF06MA24) Resolver problemas que envolvam a noção de ângulo em diferentes contextos e em situações reais, como ângulo de visão.

(EF06MA25) Determinar medidas da abertura de ângulos, por meio de transferidor e/ou tecnologias digitais.

MATEMÁTICA – 4º ANO**UNIDADE TEMÁTICA - Geometria****OBJETOS DE CONHECIMENTO**

Ângulos retos e não retos: uso de dobraduras, esquadros e softwares

HABILIDADES

(EF04MA18) Reconhecer ângulos retos e não retos em figuras poligonais com o uso de dobraduras, esquadros ou softwares de geometria.

UNIDADE TEMÁTICA - Grandezas e medidas**OBJETOS DE CONHECIMENTO**

Medidas de tempo: leitura de horas em relógios digitais e analógicos, duração de eventos e relações entre unidades de medida de tempo.

HABILIDADES

(EF04MA22) Ler e registrar medidas e intervalos de tempo em horas, minutos e segundos em situações relacionadas ao seu cotidiano, como informar os horários de início e término de realização de uma tarefa e sua duração.

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Medidas de temperatura em grau Celsius: construção de gráficos para indicar a variação da temperatura (mínima e máxima) medida em um dado dia ou em uma semana

HABILIDADES

(EF04MA22) Ler e registrar medidas e intervalos de tempo em horas, minutos e segundos em situações relacionadas ao seu cotidiano, como informar os horários de início e término de realização de uma tarefa e sua duração.

(EF04MA23) Reconhecer a temperatura como grandeza e o grau Celsius como unidade de medida a ela associada e utilizá-lo em comparações de temperaturas em diferentes regiões do Brasil ou no exterior ou, ainda, em discussões que envolvam problemas relacionados ao aquecimento global.

(EF04MA24) Determinar as temperaturas máxima e mínima diárias, em locais do seu cotidiano, e elaborar gráficos de colunas com as variações diárias da temperatura, utilizando, inclusive, planilhas eletrônicas.

MATEMÁTICA – 5º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Números

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Cálculo de porcentagens e representação fracionária

HABILIDADES

(EF05MA06) Associar as representações 10%, 25%, 50%, 75% e 100% respectivamente à décima parte, quarta parte, metade, três quartos e um inteiro, para calcular porcentagens, utilizando estratégias pessoais, cálculo mental e calculadora, em contextos de educação financeira, entre outros.

UNIDADE TEMÁTICA - Grandezas e medidas

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Medidas de comprimento, área, massa, tempo, temperatura e capacidade: utilização de unidades convencionais e relações entre as unidades de medida mais usuais

HABILIDADES

(EF05MA19) Resolver e elaborar problemas envolvendo medidas das grandezas comprimento, área, massa, tempo, temperatura e capacidade, recorrendo a transformações entre as unidades mais usuais em contextos socioculturais.

GEOGRAFIA – 6º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Conexões e escalas

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Relações entre os componentes físico-naturais

HABILIDADES

(EF06GE03) Descrever os movimentos do planeta e sua relação com a circulação geral da atmosfera, o tempo atmosférico e os padrões climáticos.

UNIDADE TEMÁTICA - Formas de representação e pensamento espacial

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Fenômenos naturais e sociais representados de diferentes maneiras

HABILIDADES

(EF06GE08) Medir distâncias na superfície pelas escalas gráficas e numéricas dos mapas.

UNIDADE TEMÁTICA - Natureza, ambientes e qualidade de vida

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Biodiversidade e ciclo hidrológico

(EF06GE10) Explicar as diferentes formas de uso do solo (rotação de terras, terraceamento, aterros etc.) e de apropriação dos recursos hídricos (sistema de irrigação, tratamento e redes de distribuição), bem como suas vantagens e desvantagens em diferentes épocas e lugares.

(EF06GE11) Analisar distintas interações das sociedades com a natureza, com base na distribuição dos componentes físico-naturais, incluindo as transformações da biodiversidade local e do mundo.

(EF06GE12) Identificar o consumo dos recursos hídricos e o uso das principais bacias hidrográficas no Brasil e no mundo, enfatizando as transformações nos ambientes urbanos.

GEOGRAFIA – 4º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Formas de representação e pensamento espacial

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Sistema de orientação

Elementos constitutivos dos mapas

HABILIDADES

(EF04GE09) Utilizar as direções cardeais na localização de componentes físicos e humanos nas paisagens rurais e urbanas.

(EF04GE10) Comparar tipos variados de mapas, identificando suas características, elaboradores, finalidades, diferenças e semelhanças.

HISTÓRIA – 7º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - O mundo moderno e a conexão entre sociedades africanas, americanas e europeias

OBJETOS DE CONHECIMENTO

A ideia de “Novo Mundo” frente ao Mundo Antigo: permanências e rupturas de saberes e práticas na emergência do mundo moderno

HABILIDADES

(EF07HI02) Identificar conexões e interações entre as sociedades do Novo Mundo, da Europa, da África e da Ásia no contexto das navegações e indicar a complexidade e as interações que ocorrem nos Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico.

UNIDADE TEMÁTICA - Humanismos, Renascimentos e o Novo Mundo

OBJETOS DE CONHECIMENTO

As descobertas científicas e a expansão marítima

HABILIDADES

(EF07HI06) Comparar as navegações no Atlântico e no Pacífico entre os séculos XIV e XVI.

UNIDADE TEMÁTICA - Lógicas comerciais e mercantis da modernidade

OBJETOS DE CONHECIMENTO

As lógicas mercantis e o domínio europeu sobre os mares e o contraponto Oriental

HABILIDADES

(EF07HI13) Caracterizar a ação dos europeus e suas lógicas mercantis visando ao domínio no mundo atlântico.

LÍNGUA PORTUGUESA – 6º ANO**UNIDADE TEMÁTICA - Estratégias de leitura****OBJETOS DE CONHECIMENTO**

Recuperação da intertextualidade e estabelecimento de relações entre textos

HABILIDADES

(EF06LP18) Analisar informações sobre um mesmo fato veiculadas em diferentes mídias e justificar sobre o que é mais confiável.

(EF06LP19) Analisar diferentes formas de tratar uma informação na comparação de textos que tratam do mesmo tema, em função das condições em que foi produzido e daquelas em que será recebido.

LÍNGUA PORTUGUESA – 1º a 5º ANO**PRÁTICA DE LINGUAGEM - Produção de texto****HABILIDADES**

(EF15LP02) Estabelecer expectativas em relação ao texto que vai ler (pressuposições antecipadoras dos sentidos, da forma e da função social do texto), apoiando-se em seus conhecimentos prévios sobre as condições de produção e recepção desse texto, o gênero, o suporte e o universo temático, bem como sobre saliências textuais, recursos gráficos, imagens, dados da própria obra (índice, prefácio etc.), confirmando antecipações e inferências realizadas antes e durante a leitura de textos, checando a adequação das hipóteses realizadas.

LÍNGUA PORTUGUESA – 3º a 5º ANO**PRÁTICA DE LINGUAGEM - Produção de texto****HABILIDADES**

(EF35LP09) Organizar o texto em unidades de sentido, dividindo-o em parágrafos segundo as normas gráficas e de acordo com as características do gênero textual.

LÍNGUA INGLESA – 6º ANO**UNIDADE TEMÁTICA - Estratégias de leitura****OBJETOS DE CONHECIMENTO**

Compreensão geral e específica: leitura rápida (*skimming, scanning*)

HABILIDADES

(EF06LI08) Identificar o assunto de um texto, reconhecendo sua organização textual e palavras cognatas.

(EF06LI09) Localizar informações específicas em texto.

O trabalho com os componentes curriculares de Língua Portuguesa e Língua Inglesa tem como um dos objetivos o combate à disseminação de notícias falsas, as “fake news” anticientíficas ao direcionar a fontes confiáveis de informação e desenvolver a leitura crítica e extração de conhecimento dessas fontes. Aqui pode-se discutir como as “fake news” prejudicam a sociedade. Esta também é uma oportunidade para desenvolver habilidades em língua inglesa, em nível compatível com a turma dos alunos, visto que se tratam de textos científicos, com palavras muito semelhantes às equivalentes em língua portuguesa, e que são mais simples do que textos literários ou de jornalismo político e econômico.

PLANO DE AÇÃO

1. Situação motivadora

O que tem provocado tantos desastres naturais nos últimos tempos? Por que, na maioria das regiões do globo terrestre, estão ocorrendo tantas variações de temperatura, doenças provocadas pelas mudanças climáticas, extremos de calor e frio, de secas e de chuvas, em vez de um calendário mais “fixo” no que se refere às estações do ano?

2. Objetivo geral

Trabalhar as competências e habilidades da BNCC em consonância com o Currículo de Pernambuco - CPE - promovendo a transdisciplinaridade de maneira verticalizada e a transversalidade de modo horizontalizado, permitindo que o processo de ensino e aprendizagem torne-se mais dinâmico e integrador dos vários saberes sedimentados na escola para o sexto ano.

3. Objetivos específicos

Permitir que os estudantes compreendam a presença da Astronomia através do seu conteúdo específico e suas interrelações com os demais saberes científicos já internalizados na escola formal. Como se dão os movimentos de rotação e translação da Terra e como esses movimentos determinam os dois períodos básicos da nossa temporalidade: o dia e o ano? De que maneira e quais os fenômenos naturais, considerando-se a região, observando sua latitude, altitude e proximidade do mar, estão presentes na definição e passagem das estações do ano? Qual e como tem sido a interferência humana nesse sistema natural? Houve mudanças num determinado intervalo de tempo em relação às estações do ano?

Promover a compreensão e a aprendizagem da dinâmica que as estações do ano terrestre promovem no nosso meio e, consecutivamente, as mudanças climáticas e suas implicações para o meio ambiente em geral;

Possibilitar que o mesmo conteúdo didático possa ser ensinado e aprendido por diferentes saberes (disciplinas) dentro de uma mesma unidade escolar;

Debater com os estudantes, considerando-se a transdisciplinaridade e transversalidade desse conteúdo, estratégias de intervenção socioambiental permitindo a vivência de um produto final que contemple as aprendizagens vivenciadas nesta sequência didática, com especial atenção às ODS 6 (ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO) e ODS 7 (ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL).

4. Conteúdo

CIÊNCIAS NATURAIS: esfericidade da Terra; movimento de rotação e de translação; o período dia: dia claro e noite; período do ano: estações; a atmosfera terrestre Sol como fonte de energia da Terra;

GEOGRAFIA: coordenadas geográficas: equador, polo, paralelos, meridianos, latitude e longitude.

HISTÓRIA: As grandes navegações.

MATEMÁTICA: medidas de ângulos, plano cartesiano.

LÍNGUA PORTUGUESA E INGLESA: Leitura, produção oral e escrita de gêneros textuais de ampla circulação em suportes do gênero do discurso científico e/ou jornalismo impresso e/ou digitais.

5. Recursos didáticos

Aplicativo *ISS Live Now*, da ISS (INTERNATIONAL SPACE STATION/ ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONA), disponível para fazer *download* gratuitamente na loja do play store ou similar, por exemplo:

https://play.google.com/store/search?q=iss+live+now&c=apps&hl=pt_BR&gl=US

Google Maps ou aplicativo *Google Earth*, disponível em:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.earth>

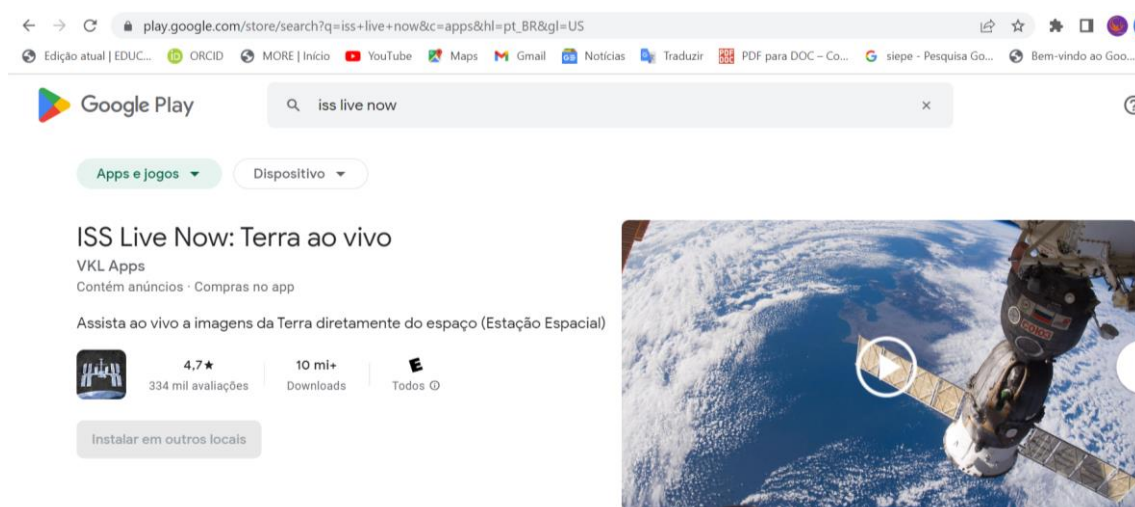


Figura. *Homepage* do aplicativo “ISS Live Now”

6. Dinâmica.

AULA Nº 01/02

A ESFERA E O MUNDO

IMPORTANTE! PARA A VIVÊNCIA DESSA SEQUÊNCIA DE AULAS SERÁ NECESSÁRIO TER ACESSO AO APP DA ISS LIVE NOW CONECTADO A INTERNET, PODENDO SER INSTALADO GRATUITAMENTE EM APARELHOS DE CELULARES/TABLETS ANDROID OU IOS.

Contexto



Figura. A foto “Nascer da Terra”.

A icônica foto “Nascer da Terra”, tirada pelo astronauta Bill Anders na Apollo 8 na véspera de Natal de 1968, mostra pela primeira vez a Terra como um planeta vista de um outro mundo, a Lua. A Terra é claramente uma esfera. A esfericidade da Terra é reconhecida pelo menos desde o século VI, por filósofos como Pitágoras (ca. 570-495 a.C), Xenófanes de Cólofon (ca. 570 a.C.-475 a.C.) e Parmênides (ca. 515-440 a.C.). Era bastante lógico que a Terra fosse uma esfera. Além do fato que os dois principais astros, o Sol e a Lua serem esferas, a esfera era considerada um corpo perfeito devido ao fato dos pontos da sua superfície serem equidistantes do centro. Como diz o escritor argentino Jorge Luis Borges, no seu ensaio *A Esfera de Pascal*:

Seis séculos antes da era cristã, o rapsodo Xenófanes de Colofon, farto dos versos homéricos que recitava de cidade em cidade, fustigou os poetas que atribuíram traços antropomórficos aos deuses e propôs aos gregos um só Deus, que era uma esfera eterna. No *Timeu*, de Platão, lê-se que a esfera é a figura mais perfeita e mais uniforme, porque todos os pontos da superfície equidistam do centro[...] (BORGES, *Nova Antologia Pessoal*, p. 167).

Aristóteles (384-322 a.C.) reuniu três argumentos para a esfericidade da Terra: 1) variação no aspecto do céu estrelado conforme um viajante fosse para o norte ou para o

sul; 2) sombra circular da Terra nos eclipses da Lua; 3) a tendência das partículas a se dirigirem para um ponto central do universo, aglutinando-se numa forma esférica.

Em 236 a.C, Eratóstenes (276-197 a.C.), que foi diretor da Biblioteca de Alexandria, determinou a circunferência da Terra com uma precisão extraordinária, pois o erro foi entre -2.4% e 0,8 em relação ao valor atual, que é 40.007,863 km. Ele obteve 252.000 estádios para a circunferência terrestre e a incerteza se refere ao valor para o estádio, entre 155 e 160 metros. Ele tinha a informação de que em Siena, atual Assuã, no dia do solstício de verão (o dia mais longo do ano), o Sol iluminava o fundo de um poço, ou seja o Sol estava a pino. Nesse mesmo dia, ele mediu, em Alexandria, o ângulo formado pela sombra de um gnômon, ou seja uma vara na vertical, tendo obtido $7,2^\circ$, ou $1/50$ de um círculo. Com esse dado e sabendo que a sombra em Siena era 0° , multiplicou por 50 a distância entre Alexandria e Siena, que havia sido medida pelos agrimensores do Egito (algo que tinha que ser feito com precisão devido à cobrança de impostos sobre as terras), chegou ao valor de 252.000 estádios para a circunferência da Terra (DREYER, 1954).

Na verdade, a esfera é uma primeira aproximação à forma da Terra. Numa melhor aproximação, a Terra é representada pelo chamado elipsoide de rotação, com um achatamento nos polos e um bojo no equador. Esse efeito é produzido pela força centrífuga devido à rotação agindo mais fortemente no equador. A Terra é pouco achatada, com uma diferença de apenas alguns quilômetros entre o raio equatorial (6378,137 km) e o raio polar (6356,752 km). Outros planetas do sistema do Sistema Solar apresentam um achatamento notável a olho nu. É o caso de Júpiter, com raio equatorial de 71.492 km e o polar de 66.854 km. Isso resulta do maior raio de Júpiter e da sua rotação mais rápida, com a duração do seu dia de 9,925 horas (NASA, 2021).

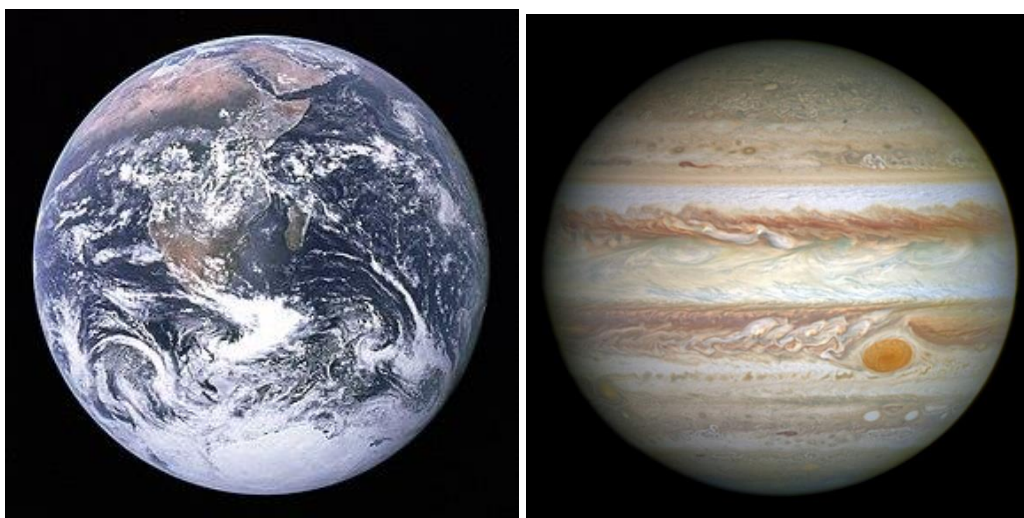


Figura. A forma da Terra em comparação à de Júpiter. A Terra (esquerda) é muito aproximadamente uma esfera, com um achatamento de apenas 0.3%. Já Júpiter (direita) é perceptivelmente achatado (7% de achatamento).

Como uma boa aproximação para a forma da Terra é uma esfera, podemos supô-la esférica e localizar qualquer objeto ou observador sobre a superfície da Terra por duas coordenadas, dadas por dois ângulos, a **latitude** e a **longitude**. O eixo de rotação da Terra determina os polos de rotação da Terra, o **Polo Norte** e o **Polo Sul** e um plano perpendicular a ele, o **equador**. O ângulo entre o equador e qualquer ponto da superfície terrestre é a **latitude** e varia entre -90° (Polo Sul) e $+90^\circ$ (Polo Norte). No equador, a latitude é 0° . Os círculos menores paralelos ao equador são chamados de **paralelos**. Dois paralelos são especiais, devido à inclinação de cerca de $23,5^\circ$ do eixo de rotação da Terra em relação ao plano da órbita da Terra ao redor do Sol: o **trópico de Câncer**, com latitude de $+23,5^\circ$ ($23,5^\circ$ Norte), e o trópico de Capricórnio, com latitude de $-23,5^\circ$ ($23,5^\circ$ Sul). Os semicírculos que vão de um polo a outro são chamados de **meridianos**. Se os paralelos se referem às direções norte e sul, os meridianos são relativos às direções leste e oeste. Qual o meridiano que separa o leste do oeste, ou o oriente do ocidente? Esse é o chamado **meridiano padrão**. Ao contrário do equador que é bem determinado pelos polos de rotação do mundo, todos os meridianos são equivalentes entre si não é evidente qual meridiano é o meridiano padrão. O império bizantino considerava que a catedral de Hagia Sophia (Santa Sabedoria) em Constantinopla, atual Istanbul, foi construída sobre o meridiano que separava o Oriente do Ocidente. No interior desse edifício há um disco que marca, segundo a tradição, a divisão exata entre oriente e ocidente. O meridiano padrão que adotamos hoje é o **meridiano de Greenwich**, na Inglaterra, mas ele só foi definido

por acordo internacional em 1884, ao vencer uma concorrência com a França (“meridiano de Paris”), Espanha (“meridiano de Cádiz”) e Portugal, (“meridiano de Coimbra”). O ângulo entre o meridiano que passa por um local, o chamado **meridiano local**, e meridiano de Greenwich, dá a **longitude** daquele local, que é negativa a oeste de Greenwich e positiva à leste, variando entre -180° (180° Oeste) e $+180^\circ$ (180° Leste).

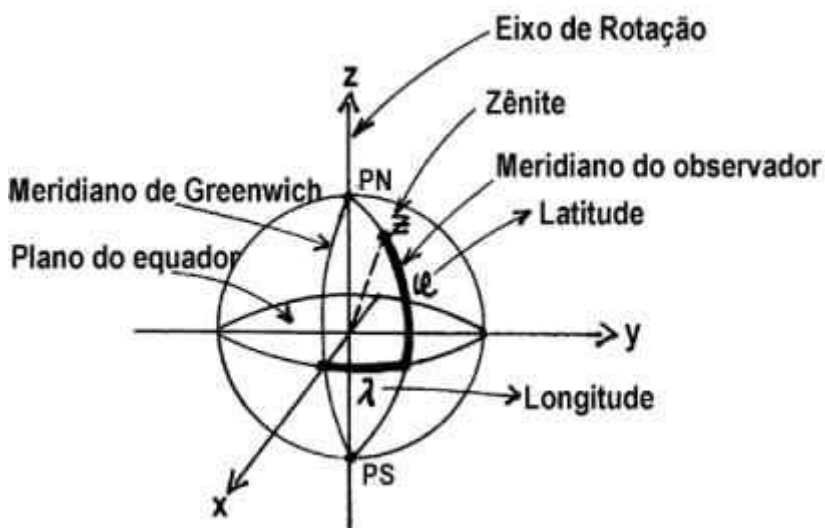


Figura. Coordenadas Geográficas.

CIÊNCIA.

1º MOMENTO. Apresentação do que é a estação espacial internacional –ISS – para os estudantes;

Sugerimos que o professor visite o site a seguir e escolha um entre vários materiais didáticos disponibilizados:

https://www.nasa.gov/audience/foreducators/topnav/materials/listbytype/Build_the_Station_Simulation.html

2º MOMENTO. USAR O APP DA ISS. Num intervalo de 40 min, os estudantes deverão observar o movimento da ISS pelo aplicativo registrando a passagem da mesma pelo globo terrestre, observando a hora, e o local no globo em que a estação internacional espacial está passando no intervalo de 10 em 10 min e fazer o registro;

Qual a hora teve início a observação?

Em que parte do planeta a ISS estava?

Era dia ou noite onde estava localizada a ISS no início da observação?

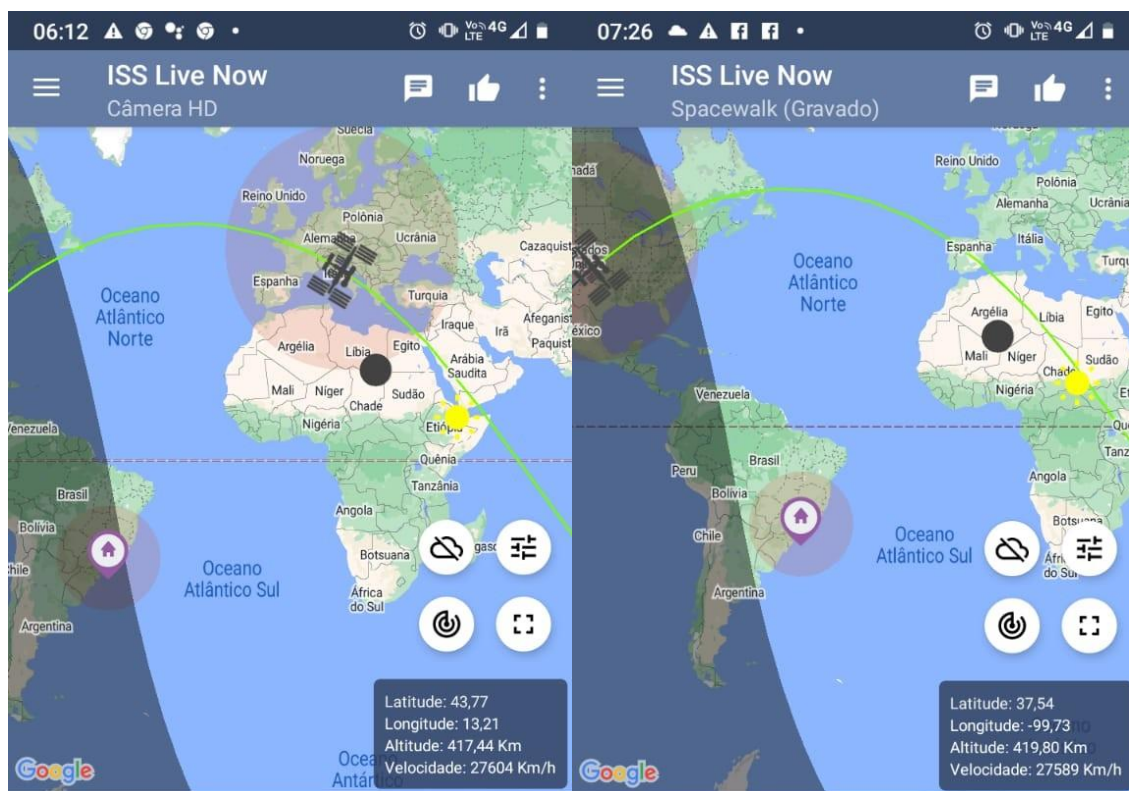


Figura. *ISS Live Now* em 25 de agosto de 2022, em dois horários. A longitude e a latitude no quadro no canto inferior direito da figura se referem ao ISS. Observe os referenciadores: a linha do equador; o Terminador – a linha que separa o dia (região clara) da noite (região escura); a trajetória da ISS em órbita da Terra; o Sol a pino; a Lua (o local da Terra onde ela está no zênite e sua fase – aqui ela está perto da fase de Lua Nova, porque está bem junto ao Sol). Em um pouco mais de uma hora, pode-se ver a movimento do Sol e do Terminador de leste para Oeste. Também naquele dia, o Sol estava ao Norte do equador. Isso ocorre porque estamos na parte do ano onde o hemisfério norte é mais iluminado (entre o equinócio de março –20/21 de março – e o equinócio de setembro – 22/23 de setembro, o período que corresponde à primavera e ao verão no hemisfério norte).

GEOGRAFIA

1º MOMENTO: Ao observar o app da ISS num intervalo de 40 min:

Registrar a data e a hora exata do início da observação do app da ISS;

Apresentar a perspectiva do globo terrestre num mapa planificado como aparece no app ;

Localizar com os estudantes: o equador terrestre, o terminador, a localização do sol à pino e da lua com a sua fase (ela está visível?), a trajetória da ISS (confirme que ela orbita a Terra em cerca de 90 minutos).

Onde estava o Sol a pino no início da observação? Onde estava no final da observação?

Verifique que ele se deslocou para oeste.

O Sol a pino estava acima (ao norte) ou abaixo (ao sul) do equador? Relacione sua posição ao norte ou ao sul do equador com o fato do respectivo hemisfério estar mais iluminado. Correlacione isto com as estações e a inversão das estações entre um hemisfério e outro (por exemplo, quando é verão em um hemisfério, é inverno no hemisfério oposto).

Qual a localização do terminador no início da observação? E no final?

Confirme que o terminador se deslocou para oeste.

Em um determinado ponto da Terra onde esteja o terminador, ele está indicando a chegada da noite (pôr do sol) ou do dia (nascer do Sol)?

Se possível, levar para o ambiente de sala de aula um mapa mundi e um globo terrestre, se preferir, utilize sites e outros apps que disponibilizam essas ferramentas pedagógicas. Verifique se, ao término da aula, o estudante tenha compreendido como se dá a mecânica do movimento de rotação, provocando a passagem do dia de dia claro em noite.

DESAFIO. Achar o antípoda de um local da Terra.

O antípoda de um local na Terra é o ponto na superfície da Terra diametralmente oposto a ele. Atribui-se a Pitágoras (ca. 570-495 a.C) a introdução do conceito de antípoda, ao conceber a Terra como uma esfera. Cada ponto da esfera tem seu antípoda definido pelo diâmetro da esfera passando pelo centro e conectando os dois pontos. Nele, uma pessoa estaria de cabeça para baixo em relação a alguém do lado oposto da Terra. Porém, cada uma das duas pessoas julgaria estar de cabeça para o alto, ou para o zênite. Assim, “acima” e “embaixo” são relativos, e na realidade são “para fora” ou centrífugo e “para dentro” ou centrípeto, respectivamente, na perspectiva da esfera. No século IV a.C., esse ponto de vista foi expresso no *Timeu* de Platão:

Pois se houvesse algum corpo sólido em equilíbrio no centro do universo, não haveria nada que o levasse a um extremo e não a outro, pois todos são perfeitamente semelhantes; e se uma pessoa desse a volta ao mundo em um círculo, quando estivesse no antípoda de sua posição anterior, ela voltaria a falar do mesmo ponto como acima e embaixo; pois, como dizia há pouco, falar do todo que tem a forma de um globo como tendo uma parte acima e outra embaixo não é próprio de um homem sensato. (Platão, *Timeu*, 63a)

O antípoda de um ponto ao Norte estaria ao Sul e vice-versa. A latitude seria a mesma em valor absoluto porém com sinal trocado. A longitude do antípoda está a 180° do ponto original. Designando a latitude por La e a longitude por Lo do ponto original, a latitude La^* e a longitude Lo^* do antípoda são dadas pelas fórmulas:

$$La^* = -La$$

$$Lo^* = 180^\circ + Lo, \text{ se } Lo \text{ for negativo (Lo a oeste)}$$

$$Lo^* = Lo - 180^\circ, \text{ se } Lo \text{ for positivo (Lo a leste)}$$

Como cerca de 71% da superfície da Terra é coberta por oceanos, o antípoda da maioria dos locais cai no mar. Poucas localidades do Brasil têm antípodas na terra firme, e as que tem, os antípodas caem no arquipélago japonês de Okinawa, nas Filipinas e na Indonésia.

Vamos então explorar os antípodas de locais no Brasil? Pode-se usar tanto o *Google Maps* como o Google Earth.

No *Google Maps*, na caixa de pesquisa, para encontrar um lugar pelas coordenadas, insira as coordenadas, ou do ponto original ou do antípoda, com latitude antes da longitude, obedecendo o sinal. Há três formatos disponíveis. O mais fácil é em graus decimais. Assim, para São Paulo, deve-se inserir:

-23.54, -46.63

Observe que o correto é coordenadas como -23.54,-46.63 e não como -23,54,-46,63. Ao se entrar com as coordenadas, o Google Maps nos leva para São Paulo.

Ao calcular o antípoda de São Paulo, obtemos +23.54,+133.37.

Quando procurarmos lugar dessas coordenadas pelo *Google Maps*, como fizemos para São Paulo, infelizmente caímos na água. Estamos no mar das Filipinas, um pouco a leste

da ilha japonesa de Okinawa. Foi por pouco! Se partíssemos de uma cidade do oeste do Estado de São Paulo ou do norte do Paraná, o antípoda poderia cair em algum lugar em terra firme do arquipélago de Okinawa.



Figura. Antípoda de São Paulo. O arquipélago de Okinawa está a esquerda.

Podemos fazer a brincadeira de obter o antípoda de qualquer lugar da Terra. No *Google Maps*, escolhemos o local. Colocamos o alfinete (aquele símbolo vermelho com ponta embaixo e um ponto preto no meio em cima) em cima do lugar. Para obter a latitude e a longitude do lugar, no celular pressione o alfinete e as coordenadas no formato decimal aparecem no campo de baixo, no computador, clique como o botão direito do mouse no lugar escolhido do mapa e aparece uma janela pop-up com as coordenadas na parte superior.

No *Google Earth* também podemos buscar os antípodas. Seguimos o mesmo procedimento do *Google Maps* para ir a lugar dado suas coordenadas, ou obter as coordenadas de um lugar. É conveniente ir no menu do *Google Earth*, ir em “Configurações”, e depois em “Formato de latitude/longitude” e selecionar “Decimal”. O *Google Earth* tem mais recursos do que o *Google Maps*. Um deles, muito útil, é mostrar as linhas de latitude e longitude. Para fazer isso, é ir no menu, escolher “Estilo do mapa”, e depois “Ativar linhas de grade”.

MAIS ALÉM. Qual o antípoda da cidade?

Se você estiver cansado ou com pressa para achar os antípodas, pode localizar as cidades que são uma o antípoda da outra utilizando o site *Antipodes Map*. Disponível em <https://www.antipodesmap.com/>

HISTÓRIA

1º MOMENTO: Ao observar o app da ISS num intervalo de 40 min:

Professor (a): Aproveite a oportunidade de vivenciar com os seus estudantes como se deram as grandes navegações realizadas nos séculos XV e XVI utilizando o app da ISS; Localize os continentes, as coordenadas geográficas (latitude e longitude) e distâncias entre os pontos de partida e de chegada das grandes navegações: a descoberta da América por Cristóvão Colombo em 1492, a viagem de Vasco da Gama às Índias em 1498, a chegada ao Brasil por Pedro Álvares Cabral em 1500, a circun-navegação do globo por Fernão de Magalhães de 1519 a 1522.

A esfericidade da Terra era o fundamento das viagens rumo à oeste nos séculos 15 e 16 para atingir a Índia, cuja rota tradicional era rumo a leste. Como a Terra é esférica, pode-se chegar à Índia tanto indo para leste como para oeste. Cristóvão Colombo havia partido da suposição de que a Terra era menor que na realidade. Outro erro de Colombo foi superestimar a largura da Ásia. Assim, acreditava que havia chegado à Índia quando desembarcou nas ilhas do Caribe. Por isso que os povos nativos passaram a se chamar de índios pelos europeus. Foi Américo Vesúcio que verificou que na realidade Colombo havia chegado a um novo continente e por isso, ele ganhou o nome de América.

Uma das grandes demonstrações da esfericidade da Terra é a viagem de circum-navegação do navegador português Fernão de Magalhães (1480-1521). Ele partiu de Sevilha, Espanha, em 1519 com cinco navios, com o patrocínio do rei da Espanha. Navegou para oeste, chegou ao Brasil e depois seguiu para o sul com o objetivo de encontrar a passagem do Oceano Atlântico para o Oceano Pacífico. Encontrou-a e veio a ser chamada de Estreito de Magalhães no extremo sul da América do Sul. Após cruzou o Pacífico em cerca de 100 dias. Magalhães morreu nas Filipinas e apenas um dos navios, sob o comando de Juan Sebastián de Elcano (1476-1526), completou a circum-navegação, retornando à Espanha em 1522.



Figura. Mapa do Atlas Agnese, mostrando a rota da circum-navegação realizada por Fernão de Magalhães. Esse Atlas foi confeccionado em 1544 em Veneza pelo cartógrafo italiano Battista Agnese.

MAIS ALÉM. Peça para um grupo de alunos maratonar em um fim de semana a série espanhola “Sem Limites” (Sin Limites), veiculada na Prime Video, que mostra a viagem de circum-navegação de Fernão de Magalhães, e depois façam o seu relato para a classe. Assinale como essa expedição encontra temperaturas cada vez mais baixas a medida que

se aproxima do Estreito de Magalhães no extremo sul da América do Sul. Observe também as circunstâncias políticas, com as relativamente pequenas naves da Espanha ameaçadas pelas grandes naus de Portugal, que era a potência marítima dominante naquele momento.



Figura. Cena de “Sem Limites”, onde Fernão de Magalhães está em uma batalha nas Filipinas.

MATEMÁTICA

1º MOMENTO: Ao observar o app da ISS num intervalo de 40 min:

Professor (a): registre o data e a hora exata do início da observação com os estudantes;

Faça prints da tela a intervalos de alguns minutos.

Localize as linhas do equador terrestre, do terminador e da trajetória do ISS;

Transfira essas informações para o conteúdo específico de plano cartesiano;

O QUE É O EIXO “X” NA TELA EM ANÁLISE?

O QUE É O EIXO “Y”?

O QUE SÃO AS LINHAS PARALELAS?

LÍNGUA PORTUGUESA

Professor (a): Vamos reunir todos os textos e materiais produzidos nas outras aulas pelos nossos colegas professores e estudantes? Que tal montarmos um mural expositivo na área comum da escola com uma explanação sobre o que é a ISS? Qual a importância da ISS para o planeta?

Reúna os estudantes em pequenos grupos, e oriente-os a coletar todas as atividades que foram realizadas nos outros componentes curriculares, de maneira que tenhamos um grupo de estudante responsável para cada componente curricular:

G1-CIÊNCIAS; G2-GEOGRAFIA; G3- HISTÓRIA; G4-MATEMÁTICA

Cada grupo deverá reescrever as atividades desenvolvidas nas outras disciplinas através do gênero textual relato de experiência no qual os mesmo deixem evidente para toda comunidade escolar como foi vivenciado as atividades de observação da ISS utilizando o app;

Em seguida, cada equipe de estudante deverá juntar o seu relato com o das outras equipes e confeccionar um painel expositivo, podendo ser no formato digital,ou físico, desde que possa ser exposto para toda comunidade escolar as vivências dessas aulas.

LÍNGUA INGLESA

PROFESSOR(A):

Sugestão é acessar conteúdos de astronomia ou astronáutica de sites em inglês de institutos científicos (NASA, ESA, ESO etc.) ou de órgãos de imprensa consagrados (CNN, BBC, The Guardian etc.) e escolher entre os vários materiais disponíveis um vídeo, matéria ou notícia sobre astronomia ou a Terra vista do espaço. É possível explorar a galeria de fotos do dia e escrever legendas utilizando palavras em inglês. Toda a produção dos estudantes deverá compor o painel expositivo da escola. Os sites abaixo têm bons materiais atualizados diariamente.

NASA Image of the Day:

<https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/iotd.html>

Astronomy Picture of the Day:

<https://apod.nasa.gov/apod/astropix.html>

AULA Nº 03 / 04

MOVIMENTOS DA TERRA

Contexto

A luz solar é a fonte de 99,9% da energia da Terra. A variação da temperatura sobre a superfície terrestre é devida principalmente ao aquecimento pela luz solar e depende da inclinação dos raios solares incidindo no local. Maior a inclinação dos raios solares, menor o aquecimento pelo Sol e menor a temperatura; o Sol bastante inclinado, bastante “baixo” no horizonte leva a uma temperatura mais baixa.

A maior ou menor inclinação dos raios solares permite compreender que:

- 1) As regiões mais afastadas do equador, ou seja, em maiores latitudes, são mais frias porque nelas a incidência dos raios solares é mais inclinada. Já em regiões próximas do equador, os raios solares incidem mais na vertical tornando-as mais quentes.
- 2) Ao longo do ano, conforme a Terra se desloca em sua órbita em seu movimento de translação, surgem as estações, e a inclinação dos raios solares varia e assim também variam o aquecimento solar e a temperatura. No inverno, os raios solares incidem com maior inclinação, o aquecimento solar é menor e a temperatura tende a diminuir. Já no verão, a incidência dos raios solares é mais direta, o aquecimento pelo Sol é maior e a temperatura tende a subir.

NÃO É VERDADE que causa das estações é a menor ou maior distância entre Terra e Sol. A causa das estações é sim a menor ou maior inclinação dos raios solares ao longo do ano.

De fato, a órbita da Terra em torno do Sol é uma elipse, porém bem próxima de ser um círculo. A distância entre Terra e o Sol durante o movimento orbital terrestre varia em apenas 3%. Um valor bem pequeno! Esta variação de distância é tão pequena que não tem influência significativa sobre a temperatura da Terra.

Essas considerações prevenir o erro de atribuir as estações à maior ou menor proximidade da Terra ao Sol durante a sua órbita.

Em relação à isso, deve-se lembrar que enquanto em no hemisfério sul é verão (ou inverno), no hemisfério norte é inverno (ou verão).

Para se compreender as estações, é muito importante levar em conta **o movimento aparente do Sol** ao longo do ano contra o fundo das constelações decorrente do movimento de translação da Terra em sua órbita em torno do Sol.

É o movimento aparente do Sol ao longo do ano para o norte e para o sul em relação ao equador terrestre que causa as estações. Deve ficar claro que as estações são devidas à inclinação de $23,5^\circ$ do eixo de rotação da Terra em relação ao eixo do plano da órbita da Terra em torno do Sol. Ou seja, a órbita da Terra é inclinada em relação ao equador

por $23,5^\circ$. A Terra traça sua órbita durante um ano. Esta é a **translação**. Durante metade do ano o Sol está ao sul do equador e metade do ano, o sol está ao norte do equador. Em dezembro ele está no máximo ao Sul do equador (-23.5°), e começa o verão no hemisfério sul e o inverno no hemisfério norte. Em junho ele está no máximo ao Norte do equador ($+23.5^\circ$), e começa o verão no hemisfério norte e o inverno no hemisfério sul.

Para ser mais preciso, no **solstício de dezembro** ou **solstício de Capricórnio**, em 21 ou 22 de dezembro, o Sol, visto da Terra, está exatamente a -23.5° (23.5° ao sul), ele fica a pino (na vertical) no **trópico de Capricórnio**, na latitude -23.5° , e começa o verão no hemisfério sul e o inverno no hemisfério norte. No **solstício de junho** ou **solstício de Câncer**, em 21 ou 22 de junho, o Sol está exatamente a $+23.5^\circ$ (23.5° ao norte), ele fica a pino no **trópico de Câncer**, na latitude $+23.5^\circ$, e começa o verão no hemisfério norte e o inverno no hemisfério sul. No **equinócio de março** ou **equinócio de Áries**, em 21 ou 22 de março, o Sol, visto da Terra, está exatamente sobre o equador, e começa a primavera no hemisfério norte e o outono no hemisfério sul. No **equinócio de setembro** ou **equinócio de Libra**, em 22 ou 23 de setembro, o Sol também está exatamente sobre o equador, e começa a primavera no hemisfério sul e o outono no hemisfério norte. Nas duas datas, alguém no equador verá o Sol exatamente sobre a cabeça.

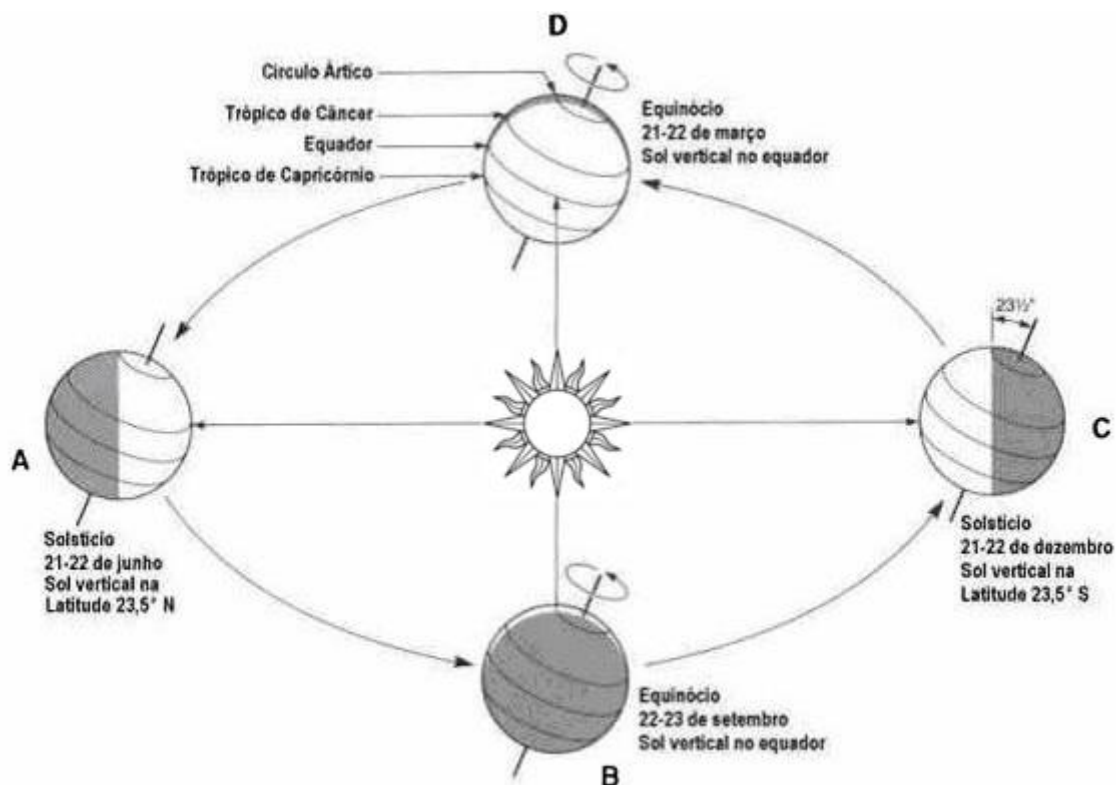


Figura. Movimento de translação da Terra e as estações

MÃO NA MASSA. O GNÔMON. Para verificarmos os dois principais movimentos da Terra, a rotação e a translação, vamos construir um antigo instrumento astronômico, o **gnômon**. Mas, o que é o. gnômon?

O que é o gnômon?

O **gnômon** é um dos mais antigos instrumentos astronômicos. É usado para observar o Sol e consiste numa simples haste (vara) fixada na vertical no chão ou outra base plana. As mudanças da sua sombra projetada pelo Sol **ao longo do dia** permitem determinar tanto o **meio-dia solar local** como os **pontos cardeais**: norte, sul, leste e oeste. O giro da sombra ao longo do dia é a base do funcionamento dos **relógios de Sol**. Se as observações forem feitas **ao longo do ano**, pode-se determinar os inícios das **estações**: os **solstícios** de inverno e verão e os **equinócios** de primavera e outono.

Construindo um gnômon

Materiais:

Papelão

Palito de churrasco

Folha de papel ofício

Tesoura e/ou estilete

Cola

Lápis

Régua

Transferidor

Passo-a-passo

- 1- Quebre o palito de churrasco em um pedaço com cerca de 8cm. Este será a haste do gnômon.
- 2- Recorte quadrados de papelão medindo 20cmx20cm. Cole dois ou mais quadrados um sobre o outro de modo a ter uma base com espessura suficiente para fixar a haste do gnômon (o palito de churrasco).
- 3- Recorte no mesmo formato do papelão a folha de papel branco. Esta é a **folha de registro** e deverá ser colocada sobre a base de papelão.

4- Use a régua para localizar o centro do quadrado. Divida cada lado do quadrado ao meio. Traçando retas de um ponto médio ao do lado oposto, ache o centro do quadrado. Marque bem, nele deverá ser fixado o palito. **IMPORTANTE! O PALITO DEVERÁ FICAR MUITO BEM CENTRALIZADO, FIXO, E NA VERTICAL (USE O ESQUADRO PARA ISSO), POIS ELE É A FERRAMENTA BÁSICA PARA A PRÁTICA DO EXPERIMENTO.**

5- Utilizando a régua, trace uma reta dividindo a folha de registro ao meio, passando pelo centro (ponto de fixação do palito).

6-Oriente a base do gnômon, usando uma bússola, ou a informação aproximada de que de lado o sol nasce (lado leste) e se põe (lado oeste).

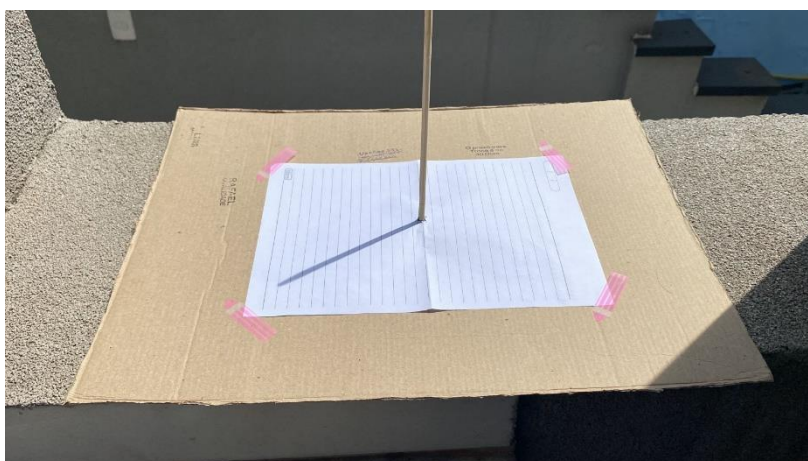


Figura. Um gnômon simples de base de papelão.

Vivendo o experimento

1. Junto com a sua turma, e mais os seus gnômons, dirijam-se ao pátio externo da escola ou a um espaço com forte incidência de luz solar.
2. Posicione seu gnômon num lugar plano bem iluminado pelo Sol.
3. Num intervalo de tempo que pode durar de 40 minutos a 120 minutos, registrem o comprimento da sombra projetada pela haste fixa sobre a base no papel ofício. Faça isso em intervalos de 10 minutos para cada registro da sombra.
4. Marque com um lápis a ponta da sombra da haste e o horário que você fez a análise.

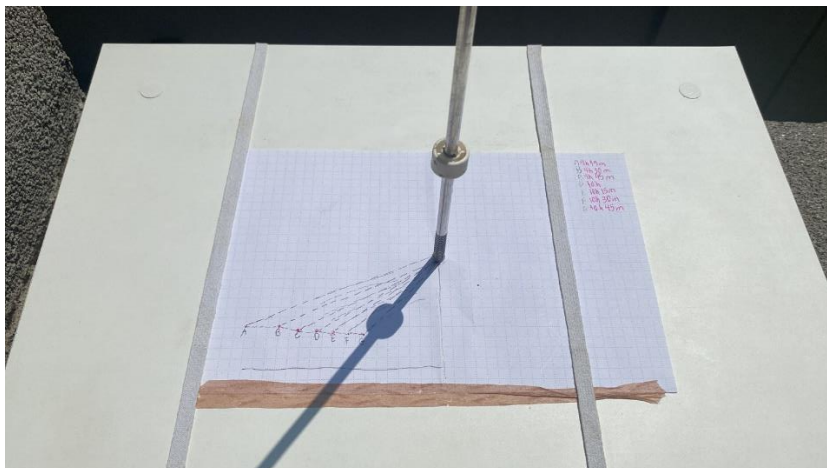


Figura. Tomando as medidas da sombra sobre a folha de registro de um gnômon portátil.

IMPORTANTE! O horário ideal para vivência desse experimento de iniciação científica é desde o fim da manhã até o começo da tarde. **ATENÇÃO!** O Brasil é um país com dimensões continentais, e a depender da região onde você reside, há muita variação da presença do sol. Assim, para Recife, o melhor horário é entre 10h e 12h30. Já para Porto Alegre, é entre 11h e 13h30. Esse horário vai garantir que se observe o **MEIO-DIA SOLAR LOCAL**. O meio-dia solar local é o momento em que a sombra do gnômon é mais curta. **ATENÇÃO!** Em geral, ao contrário do que muitas vezes se pensa, o meio-dia **NÃO** é a hora sem sombra. Na verdade, é o instante da sombra mais curta do dia. Observe que **horário do meio-dia local não é exatamente às 12 horas indicada pelo relógio (a hora legal)**. E tem mais! A **direção da sombra no meio-dia local é exatamente a DIREÇÃO NORTE-SUL**. Agora, tendo a direção norte-sul, com o esquadro, pode-se achar a **DIREÇÃO LESTE-OESTE**, que faz ângulo reto com a direção norte-sul. Com a ajuda do seu professor, escolham um dia e horário com maior presença da luz solar. Isso vai garantir um melhor resultado para vivência do experimento!

DESAFIO

Ao realizar o experimento, você vai perceber que a sombra girou em volta da haste do gnômon.

A SOMBRA GIRA NO SENTIDO DO PONTEIRO DO RELÓGIO (SENTIDO HORÁRIO) OU CONTRÁRIO AO PONTEIRO DO RELÓGIO (SENTIDO ANTI-HORÁRIO)?

Esse giro é devido ao **movimento de rotação da Terra** em torno do seu eixo. A direção Norte-Sul é a mesma do **eixo de rotação da Terra**.

COMO A DIREÇÃO NORTE-SUL OBTIDA PELO GNÔMON SE COMPARA COM AQUELA DADA PELA BÚSSOLA?

Com os registros da sombra, você pode desenhar uma curva.

QUAL A FORMA DESSA CURVA?

Confirme que ela tem mais ou menos a forma de um arco. Então a direção norte-sul seria a flecha.

A sombra do gnômon ao longo do ano

Se observarmos a sombra ao meio dia ao longo de semanas e meses, a sombra do meio-dia vai variar de tamanho e até de direção. Essa variação mede a passagem das estações. O comportamento da sombra ao meio-dia ao longo do tempo depende da latitude.

NÃO É VERDADE (em geral) que ao longo de um ano, à mesma hora do dia, a sombra se torna máxima no solstício de inverno, e mínima no solstício de verão. Isso é válido apenas para a zona temperada. Em relação à variação da sombra ao meio dia, que é a sombra mínima para um dado dia, há 4 situações, dependendo da latitude:

- 1) Se o local estiver na zona tropical, de fato, a sombra ao meio dia é máxima no solstício de inverno, porém, no solstício de verão, ela se posiciona na direção oposta em relação à do solstício de inverno e com a dimensão máxima nessa direção. Em dois dias entre o equinócio de primavera e de outono naquele hemisfério, a sombra é nula, correspondendo ao Sol a pino, e portanto, é a sombra mínima. Assim, é mais preciso dizer que, se o local estiver no hemisfério sul, no Solstício de Inverno, a sombra ao meio dia terá a máxima extensão sul e, no Solstício de Verão, terá a máxima extensão norte. Para o hemisfério norte, a situação será a inversa.
- 2) se o local estiver exatamente no trópico, ou de Câncer ou de Capricórnio, a sombra ao meio-dia máxima será no Solstício de Inverno, e nula (Sol a pino), ou seja, mínima, no Solstício de Verão.
- 3) se o local estiver na zona temperada, então, a sombra ao meio-dia é máxima no solstício de inverno, e mínima no solstício de verão.
- 4) se o local estiver na zona glacial, durante um período do ano, entre o equinócio de outono e o de primavera naquele hemisfério, o Sol estará abaixo do horizonte (não haverá

dia claro), e portanto não haverá sombra no dia do Solstício de Inverno. Já, no Solstício de Verão, de fato, a sombra terá a extensão mínima.

Verificando a translação da Terra pelo ISS Live Now

Utilizando os registros do *ISS Live Now*, ao longo de meses podemos verificar o movimento de translação da Terra em torno do Sol, acompanhando o movimento aparente do Sol em relação ao equador. Isso permite que vejamos a disponibilidade de energia solar em cada hemisfério ao longo do ano.

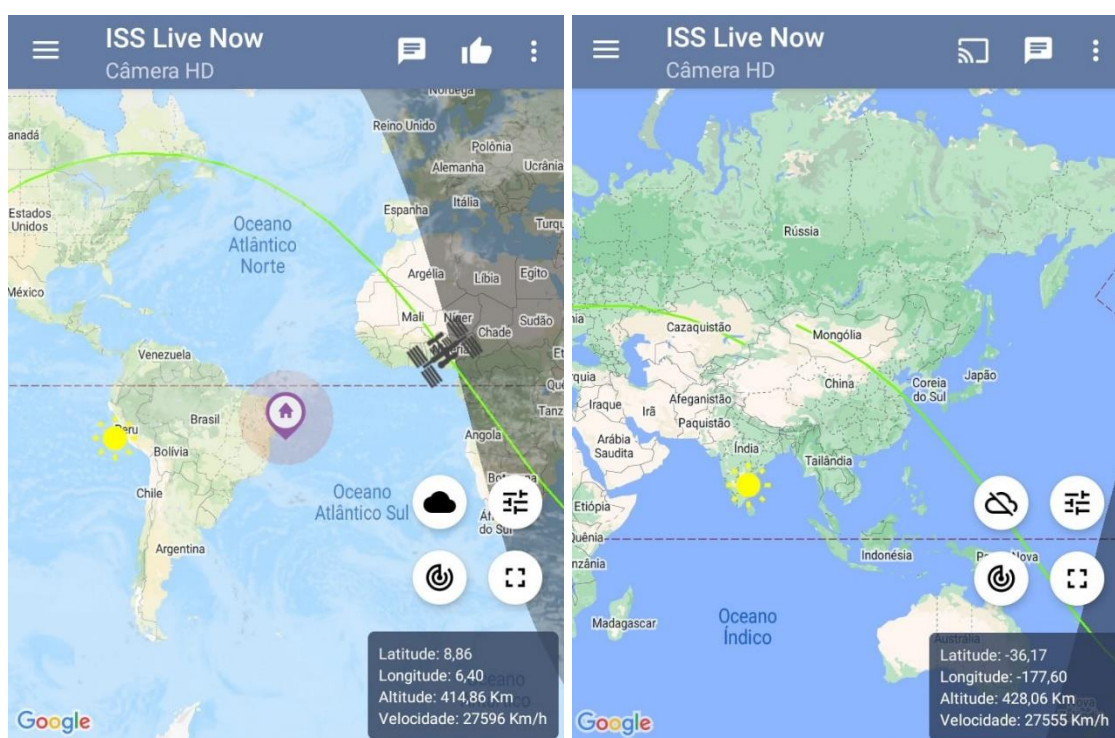


Figura. A parte iluminada da Terra pelo Sol, como dada pelo aplicativo *ISS Live Now* em 11/02/2022 (esquerda) e 17/08/2022 (direita). A longitude e a latitude no quadro no canto inferior direito da figura se referem ao ISS. Em 11/02/2022, o Sol está ao sul do equador, e, portanto, a hemisfério sul é mais iluminado que o hemisfério norte. O símbolo do Sol indica o ponto da terra onde o Sol está a pino naquele momento. Observe que este ponto está ao sul do equador, junto ao Perú. Isso ocorre pois estamos na parte do ano onde o hemisfério sul é mais iluminado (entre o equinócio de setembro – 22/23 de setembro – e o equinócio de março – 21/22 de março), o símbolo do Sol, indicado onde o sol está a pino, estaria ao norte do equador. Já em 17/08/2022, estamos na parte do ano onde o hemisfério norte é mais iluminado (entre o equinócio de março – 21/22 de março – e o equinócio de setembro – 22/23 de setembro). O Sol a pino está ao norte do equador,

naquele momento, no território da Índia. O afastamento, em relação ao equador, do ponto onde o Sol está a pino será no máximo de $+23.5^\circ$ ao norte no solstício de junho (21/22 de junho) e de -23.5° ao sul no solstício de dezembro (21/22 de dezembro).

QUESTÃO. A Terra é um planeta. Mas, como ela se compara aos outros planetas?

A Terra faz parte do Sistema Solar. Tem um raio de 6378,137 km e uma massa de $5,9736 \times 10^{24}$ kg. Ela é um dos oito planetas do Sistema Solar, todos orbitando o Sol, que concentra 99,86 % da massa do Sistema Solar. O Sol é uma estrela de classe G2V, de cor amarela. Seu raio é de 696.000 km, o que equivale a 109 raios terrestres. Sua massa é $1,9891 \times 10^{30}$ kg, ou 332.900 Terras, A densidade do Sol é $1,408 \text{ g/cm}^3$, menor do que a da Terra, que é $5,515 \text{ g/cm}^3$. Sua temperatura superficial é 5.778 K, enquanto que no núcleo é $15,7 \times 10^6$ K. Sua luminosidade é $3,846 \times 10^{26}$ W, sendo responsável por 99,9% da energia utilizada na Terra.







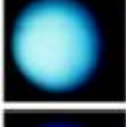

O Sistema Solar apresenta uma diversidade de corpos celestes: uma estrela (o Sol), oito planetas, planetas anões, cometas, asteróides, meteoroides (com dimensões entre 10 m e 0,1 mm) e poeira interplanetária (com dimensões entre 0,1 mm e algumas moléculas). Os planetas do Sistema Solar se dividem em 2 classes, os rochosos – Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, mais próximos do Sol e com altas densidades e os gasosos – Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, de baixa densidade. Os rochosos apresentam uma superfície sólida na qual podemos pousar com nossas naves enquanto os gasosos nos revelam apenas uma atmosfera no fundo da qual há um interior sólido, mas sujeito a altíssimas pressões.



Figura. Distribuição dos planetas no Sistema Solar, com os rochosos (da esquerda para a direita, Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) mais próximos do Sol e os gasosos mais afastados rochosos (da esquerda para a direita, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno).

A distância média da Terra ao Sol, enquanto a Terra descreve sua órbita ao redor do Sol, é 149,597 milhões de quilômetros. Esse valor define uma unidade de medida de distância, a **unidade astronômica**, útil para medir distâncias no Sistema Solar e também dimensões físicas em outros contextos astronômicos. Contudo, como a Terra descreve uma elipse em torno do Sol, sua distância até ele varia cerca de 3%, de um máximo de 152,1 milhões de quilômetros (afélio) a um mínimo de 147,1 milhões de quilômetros (periélio). O afélio ocorre no dia 4 de julho e o periélio no dia 2 de janeiro. Os demais planetas também apresentam os movimentos de translação orbitando o Sol e de rotação em torno do seu próprio eixo.

Tabela. Propriedades dos Planetas do Sistema Solar.

<i>Photo</i>	<i>Planet</i>	<i>Relative Size</i>	<i>Average Distance from Sun (AU)</i>	<i>Average Equatorial Radius (km)</i>	<i>Mass (Earth = 1)</i>	<i>Average Density (g/cm³)</i>	<i>Orbital Period</i>	<i>Rotation Period</i>
	Mercury	•	0.387	2.440	0.055	5.43	87.9 days	58.6 days
	Venus	•	0.723	6.051	0.82	5.24	225 days	243 days
	Earth	•	1.00	6.378	1.00	5.52	1.00 year	23.93 hours
	Mars	•	1.52	3.397	0.11	3.93	1.88 years	24.6 hours
	Jupiter	●	5.20	71.492	318	1.33	11.9 years	9.93 hours
	Saturn	●	9.54	60.268	95.2	0.70	29.4 years	10.6 hours
	Uranus	●	19.2	25.559	14.5	1.32	83.8 years	17.2 hours
	Neptune	●	30.1	24.764	17.1	1.64	165 years	16.1 hours

O **ano** terrestre, que vale 365,2422 dias, estabelece uma unidade de tempo para medir o **período orbital**, o “ano” de cada planeta do Sistema Solar. Também o **dia** terrestre, de 24 horas, é a unidade de tempo a qual se referem o **período de rotação**, o “dia” dos outros planetas.

QUESTÃO. Olhando a Tabela das Propriedades dos Planetas do Sistema Solar, que regularidades vocês percebem? O que de estranho vocês notam?

AULA Nº 05 / 06

A ATMOSFERA QUE NOS PROTEGE

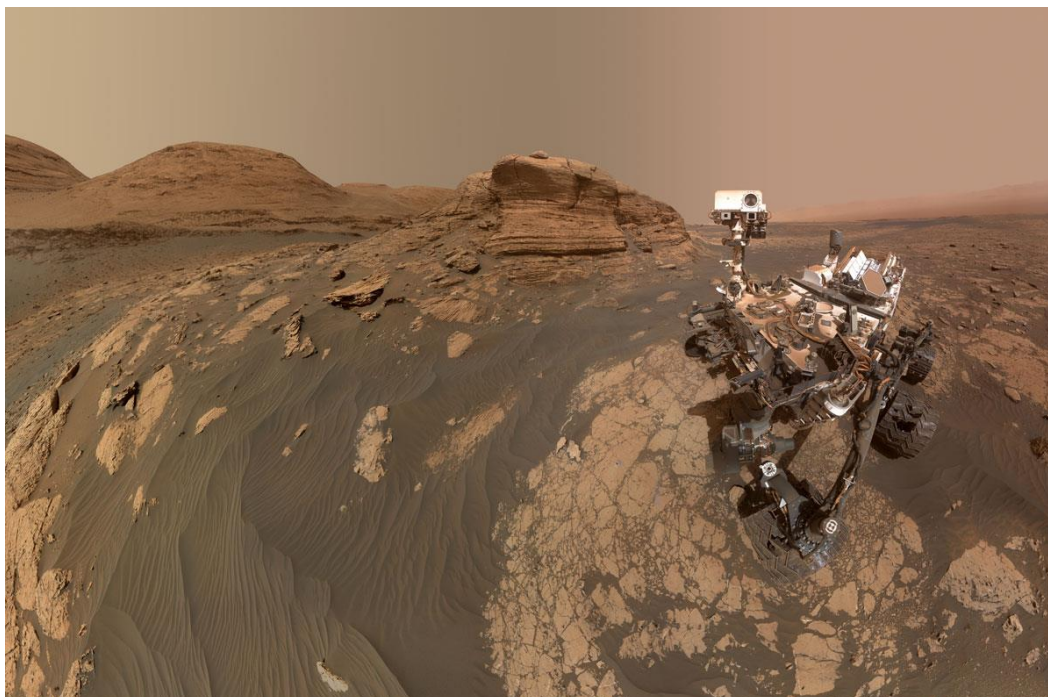


Figura. “Selfie” do jipe robô *Curiosity* no Monte Mercou, em Marte. Esta imagem é a combinação de 71 fotos obtidas por duas câmeras do *Curiosity* em 16 de março e 26 de março de 2021. Fonte: <https://mars.nasa.gov/resources/25757/curiositys-selfie-at-mont-mercou/>

A cada dois anos aproximadamente, lançam-se missões espaciais a Marte. Uma bem recente foi o jipe robô *Perseverance*, da Nasa, que pousou com sucesso em Marte em 18 de fevereiro de 2021. O jipe também levou o mini-helicóptero *Ingenuity* para Marte. O local onde pousou é a cratera Jezero, que tem um grande interesse para a busca de vida em Marte, porque é o delta de um antigo rio em Marte, Neretva Vallis, de 3,4 a 3,8 bilhões de anos atrás quando água corria pela superfície de Marte. Atualmente, Marte tem água principalmente na forma de gelo e na atmosfera, embora possa haver água líquida em locais isolados, principalmente no subsolo.

QUESTÃO. Será que há vida em Marte? Ou houve no passado?

A *Perseverance* está coletando rochas na cratera Jezero e fazendo análises para verificar se há material de origem biológica. Também está colocando as amostras na base do delta para serem recuperadas por missões posteriores. Um dos objetivos é trazer esse material de volta à Terra na década de 2030 para uma análise mais detalhada.

Uma das amostras analisadas, de uma rocha apelidada de “Wildcat Ridge”, é de origem sedimentar foi produzida quando a lama se formou no lago Jezero enquanto ele evaporava. Está cheia de sais. Mas a instrumentação do *Perseverance* mostra que a rocha também contém compostos orgânicos abundantes, ou seja, ricos em carbono. Como o carbono é essencial para a vida terrestre, essa descoberta foi recebida com muito entusiasmo pelos pesquisadores de Astrobiologia. Porém devemos também ser cautelosos, por que processos não biológicos também podem produzir compostos orgânicos, como, por exemplo, interações água-rocha. Além disso, o meio interestelar e cometas estão cheios de matéria orgânica. (ver a reportagem “As incríveis rochas coletadas em Marte por missão da Nasa”. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-62973325>).

QUESTÃO. Poderemos colonizar Marte?

Marte tem várias semelhanças com a Terra que o tornam um alvo para o estabelecimento de colônias humanas nesse planeta.: ele tem uma atmosfera, embora tênue; tem a duração do dia apenas um pouco mais longo que o terrestre, 24h 39m 35s, o chamado *Sol*; tem alguma água, a maior parte no estado de gelo, mas debaixo das calotas polares ou no subsolo, pode haver água no estado líquido; a atmosfera é composta principalmente por dióxido de carbono, que pode ser utilizado, como no caso da Terra, para construir os corpos dos seres vivos; sua gravidade não é pequena demais, $3,72 \text{ m/s}^2$, em comparação com a terrestre, de $9,89 \text{ m/s}^2$; a inclinação do seu eixo de rotação, 25° , é semelhante ao da Terra, que é 23.5° , o que implica que as estações não são tão extremas que tornem a vida ainda mais difícil.

Porém há muitos desafios em relação à nossa vida em Marte. Marte é gelado, com uma temperatura média de -65° C . A sua atmosfera é muito rarefeita, apenas com 0,6 % da

pressão atmosférica terrestre e em alguns lugares ainda mais rala. Isso significa que a água líquida, mesmo se a uma temperatura amena, pode simplesmente ferver. Só esse fato significa que, sem um traje especial, sobreviveríamos apenas segundos no ambiente marciano. Além disso, a composição da atmosfera marciana é inteiramente diferente da nossa. Sobra dióxido de carbono e falta oxigênio. A atmosfera da Terra é composta por 78,09% de nitrogênio, 20,95% de oxigênio, que usamos para respirar, 0,93% de argônio e 0,04% de dióxido de carbono, a atmosfera de Marte, por 95% de dióxido de carbono, 2,8% de nitrogênio, 2% de argônio e apenas 0,17% de oxigênio,

A grande quantidade de dióxido de carbono da atmosfera de Marte é interessante para vida, pois na Terra mesmo é desse gás que a biologia terrestre através da fotossíntese tanto de plantas como das cianobactérias, produz a matéria orgânica. E a *Perseverance* leva a bordo um experimento que tira vantagem do fato que o dióxido de carbono é composto de um átomo de carbono e dois de oxigênio para produzir o oxigênio que poderá ser usado pelos futuros terráqueos habitantes de Marte. É o dispositivo MOXIE (*Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment* - Experimento de Utilização de Recursos In-Situ de Oxigênio). O Moxie conseguiu produzir oxigênio em uma variedade de condições atmosféricas, incluindo durante o dia e a noite do planeta, e nas diferentes estações marcianas, que são mais longas do que a terrestre, devido ao fato de o ano marciano tem a duração de 2,1354 anos terrestres. O Moxie é pequeno, do tamanho de uma torradeira, e versões muito maiores abrem caminho para a permanência prolongada do ser humano em Marte. (ver a reportagem “Rover Perseverance produz tanto oxigênio em Marte quanto uma árvore pequena”. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/rover-perseverance-produz-tanto-oxigenio-em-marte-quanto-uma-arvore-pequena/>).

Dois outros problemas prejudicariam a vida em Marte. Diferentemente da Terra, o planeta não tem um campo magnético global, que no caso terrestre, blindamos contra o vento solar e tempestades solares. Essa ausência de campo magnético levou a uma erosão da atmosfera marciana pelo vento solar. Outro fator negativo em Marte é a ausência de uma camada de ozônio, que na Terra nos protege dos raios ultravioleta solares, que é prejudicial à maior parte dos seres vivos terráqueos. Em Marte, estaríamos, durante o dia, duramente expostos à radiação ultravioleta do Sol.



Imagem. Imagem do pôr do Sol na Terra obtida pela ISS (Estação Espacial Internacional).

Essa foto do pôr do sol, tomada Estação Espacial Internacional, mostra com detalhes a atmosfera que planeta Terra. Atmosfera é composta por de gases de diferentes substâncias, além de conter vapor de água e partículas de poeira e até de material orgânico.

QUESTÃO. Onde acaba a atmosfera da Terra?

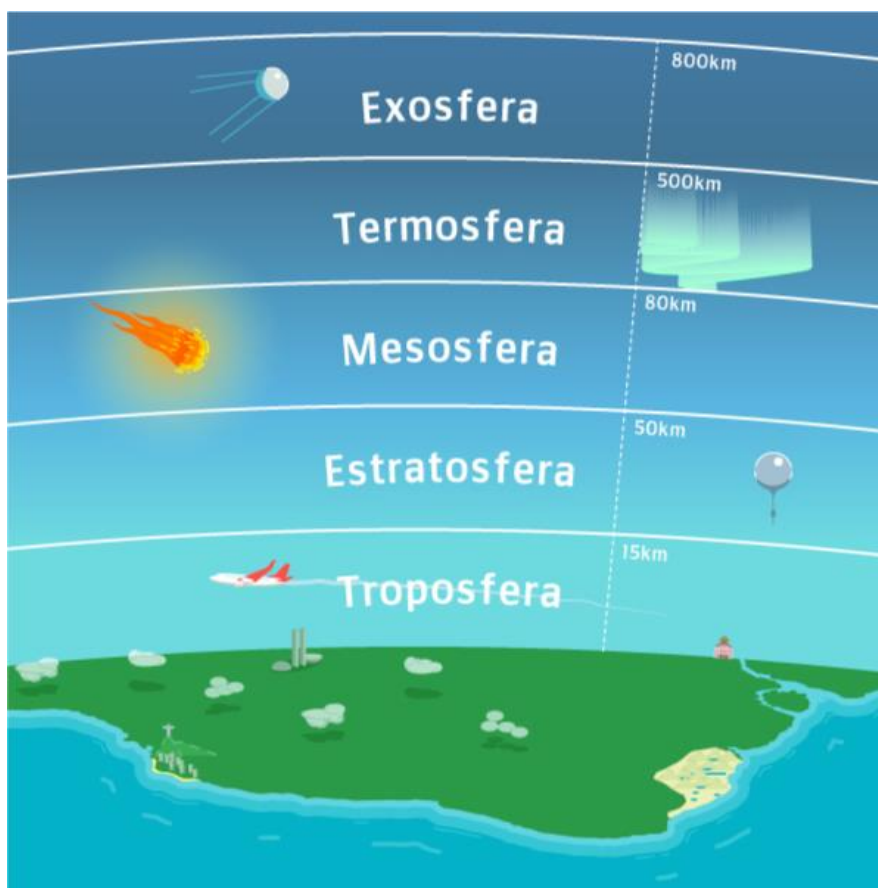


Figura. Camadas da atmosfera. Fonte:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/camadas-atmosfera.htm>

A atmosfera terrestre apresenta diversas camadas, com diferentes propriedades físicas e composição química:

Troposfera. É a camada mais próxima da superfície terrestre, se estendendo do solo até 17 km de altitude nas regiões tropicais e pouco mais que 7 km nos polos. É constituída principalmente por oxigênio (O_2) e nitrogênio (N_2). Apresenta a maior concentração do vapor de água e poeira da atmosfera. Na troposfera, formam-se as nuvens e ocorrem os fenômenos meteorológicos, como chuvas e tempestades.

Estratosfera. Essa camada se estende de cerca de 15 km a 50 km de altitude. Nela se concentra ozônio (O_3), formando a **camada de ozônio**, que filtra maior parte da radiação ultravioleta do Sol, que é prejudicial aos seres vivos.

Mesosfera. Essa camada se distribui entre 50 km e 80 km de altitude. Ela protege a Terra da maior parte dos meteoroides vindos do espaço, destruindo-os e evitando que atinjam a superfície terrestre. (**meteoróide** é um bloco de matéria sólida vagando pelo espaço, tipicamente com dimensões menores do que 10 metros; quando um meteoróide atinge a

atmosfera se queimando e deixando um rastro luminoso, é denominado **meteoro**; quando atinge o solo, chama-se **meteorito**).

Termosfera. Camada distribuída entre 80 km e 500 km de altitude. Ela contém a **ionosfera**, que é formada quando os gases, principalmente oxigênio e nitrogênio, ionizam-se ao serem atingidos pela radiação ultravioleta. Essa radiação é tão energética que arranca elétrons dos átomos. Os elétrons são partículas de carga elétrica negativa e os átomos dos quais se tirou os elétrons ficam com cargas positivas, constituindo íons positivos. Essas partículas carregadas têm a característica de conduzir eletricidade, o que permite que reflitam ondas de rádio, possibilitando transmissões por rádio a grandes distâncias sobre a Terra. Nessa região da atmosfera situam-se os satélites de órbita baixa, incluindo a ISS.

Exosfera. Essa camada se estende acima de 500 km da superfície terrestre até que se alcance um quase vácuo. Nela predominam, em quantidade muito pequena, o hidrogênio (H_2) e hélio (He). A maioria dos satélites se encontra nessa região. Pode-se dizer que aí acaba a atmosfera.

NOTÍCIA. *O meteorito que reforça tese de que água da Terra veio do espaço.*

Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-63669358>. Esse meteorito caiu na cidade inglesa de Winchcombe, despedaçando-se em vários fragmentos e a rapidez com que estes foram recolhidos permitiu análises muito detalhadas da sua composição. Após a leitura desse texto, os alunos poderão comentar que o meteorito é de uma classe especial de meteoritos, os condritos carbonáceos, e que contém, além da água, moléculas compostas por carbono e nitrogênio, como os aminoácidos, que estão entre os blocos constitutivos da vida.



Figura. O meteorito de Winchcombe (Reino Unido).

APÊNDICE 2**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O 7º ANO****ATMOSFERA, EFEITO ESTUFA E AÇÃO HUMANA**

TEMA: Atmosfera, Efeito Estufa e Ação Humana

ANO: 7º

APRESENTAÇÃO: O aquecimento da Terra pelo Sol mantém a água no estado líquido, o que é essencial para a vida. Porém, a atmosfera tem um importante efeito sobre a temperatura da Terra, elevando-a através do efeito estufa. Sem esse fenômeno, a Terra estaria congelada. Além desse efeito, a atmosfera terrestre tem uma série de propriedades que tornam nosso planeta que o tornam particularmente favorável à vida. Por outro lado, a ação humana através da emissão dos gases do efeito estufa, o mais importante sendo o dióxido de carbono, tem aumentado o efeito estufa da atmosfera, resultando numa elevação da temperatura da superfície da Terra, o que tem produzido mudanças climáticas de grande impacto negativo na vida e na humanidade. Ademais, a atmosfera contém a camada de ozônio, que protege a Terra da radiação ultravioleta, que tem efeitos prejudiciais à vida. Mas a humanidade tem produzido gases que destroem a camada de ozônio. Controlar as emissões antrópicas de gases do efeito estufa e de destruição do ozônio é essencial para garantir tanto a biodiversidade como o bem estar da humanidade.

JUSTIFICATIVA: “O bater de asas de uma borboleta no Brasil pode provocar uma tempestade no Texas”. Essa conhecida frase do meteorologista Edward Lorenz fala da extrema sensibilidade a pequenas perturbações em sistemas complexos, como é a biosfera. Em comparação com outros corpos astronômicos, o planeta Terra reúne uma série de condições que favorecem a continuidade da vida no planeta. Porém já entramos em novo período da história geológica da Terra em que o ser humano se tornou um fator global no planeta. É o chamado Antropoceno. Nesse momento, a ação humana pode ser o “bater de asas de uma borboleta” que vai desestabilizar todo o Sistema Terra.

ÁREA DO CONHECIMENTO: Ciências Naturais

COMPONENTES CURRICULARES: Astronomia, Ciências Naturais, Matemática, Geografia, História, Língua Portuguesa.

NÚMERO DE AULAS: 6

RECURSOS: modelos com bolinhas e palitos representando moléculas – O₂, N₂, H₂O, CO₂; placa de metal para ser aquecida pelo Sol; termômetro; régua e compasso;

calculadora; apps *Stellarium*, *ISS Live Now*, *Google Maps*, *Google Earth*, *Climatempo*; consulta a sites com informações confiáveis, em português e inglês: institutos de pesquisa científica; instituições de ensino; revistas e jornais consagrados; ONGs amplamente reconhecidas.

DE OLHO NA BNCC

CIÊNCIAS – 7º ANO

UNIDADE TEMÁTICA: Terra e Universo

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Efeito estufa

Composição do ar

Camada de ozônio

HABILIDADES

(EF07CI12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.

(EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.

(EF07CI14) Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.

CIÊNCIAS – 6º ANO

UNIDADE TEMÁTICA: Terra e Universo

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Forma, estrutura e movimentos da Terra

HABILIDADES

(EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características.

MATEMÁTICA – 7º ANO

UNIDADE TEMÁTICA: Geometria

OBJETOS DE CONHECIMENTO

A circunferência como lugar geométrico

HABILIDADES

(EF07MA18) Construir circunferências, utilizando compasso, reconhecê-las como lugar geométrico e utilizá-las para fazer composições artísticas e resolver problemas que envolvam objetos equidistantes.

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Triângulos: construção, condição de existência e soma das medidas dos ângulos internos

HABILIDADES

(EF07MA20) Construir triângulos, usando régua e compasso, reconhecer a condição de existência do triângulo quanto à medida dos lados e verificar que a soma das medidas dos ângulos internos de um triângulo é 180° .

UNIDADE TEMÁTICA: Grandezas e medidas

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Medida do comprimento da circunferência

HABILIDADES

(EF07MA27) Estabelecer o número π como a razão entre a medida de uma circunferência e seu diâmetro, para compreender e resolver problemas, inclusive os de natureza histórica.

GEOGRAFIA – 3º ANO

UNIDADES TEMÁTICAS: Natureza, ambientes e qualidade de vida

OBJETOS DE CONHECIMENTO: Impactos das atividades humana

HABILIDADES

(EF03GE09) Investigar os usos dos recursos naturais, com destaque para os usos da água em atividades cotidianas (alimentação, higiene, cultivo de plantas etc.), e discutir os problemas ambientais provocados por esses usos.

GEOGRAFIA –5º ANO

UNIDADE TEMÁTICA: Natureza, ambientes e qualidade de vida

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Diferentes tipos de poluição

HABILIDADES

(EF05GE10) Reconhecer e comparar atributos da qualidade ambiental e algumas formas de poluição dos cursos de água e dos oceanos (esgotos, efluentes industriais, marés negras etc.).

(EF05GE11) Identificar e descrever problemas ambientais que ocorrem no entorno da escola e da residência (lixões, indústrias poluentes, destruição do patrimônio histórico etc.), propondo soluções (inclusive tecnológicas) para esses problemas.

GEOGRAFIA – 6º ANO

UNIDADE TEMÁTICA: Mundo do trabalho

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Transformação das paisagens naturais e antrópicas

HABILIDADES

(EF06GE06) Identificar as características das paisagens transformadas pelo trabalho humano a partir do desenvolvimento da agropecuária e do processo de industrialização.

(EF06GE07) Explicar as mudanças na interação humana com a natureza a partir do surgimento das cidades.

UNIDADE TEMÁTICA: Conexões e escalas

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Relações entre os componentes físico-naturais

HABILIDADES

(EF06GE03) Descrever os movimentos do planeta e sua relação com a circulação geral da atmosfera, o tempo atmosférico e os padrões climáticos.

(EF06GE04) Descrever o ciclo da água, comparando o escoamento superficial no ambiente urbano e rural, reconhecendo os principais componentes da morfologia das bacias e das redes hidrográficas e a sua localização no modelado da superfície terrestre e da cobertura vegetal.

UNIDADE TEMÁTICA: Natureza, ambientes e qualidade de vida

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Atividades humanas e dinâmica climática

HABILIDADES

(EF06GE13) Analisar consequências, vantagens e desvantagens das práticas humanas na dinâmica climática (ilha de calor etc.).

LÍNGUA PORTUGUESA – 6º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Estratégias de leitura

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Recuperação da intertextualidade e estabelecimento de relações entre textos

HABILIDADES

(EF06LP18) Analisar informações sobre um mesmo fato veiculadas em diferentes mídias e justificar sobre o que é mais confiável.

(EF06LP19) Analisar diferentes formas de tratar uma informação na comparação de textos que tratam do mesmo tema, em função das condições em que foi produzido e daquelas em que será recebido.

LÍNGUA PORTUGUESA – 1º a 5º ANO

PRÁTICA DE LINGUAGEM - Produção de texto

HABILIDADES

(EF15LP02) Estabelecer expectativas em relação ao texto que vai ler (pressuposições antecipadoras dos sentidos, da forma e da função social do texto), apoiando-se em seus conhecimentos prévios sobre as condições de produção e recepção desse texto, o gênero, o suporte e o universo temático, bem como sobre saliências textuais, recursos gráficos, imagens, dados da própria obra (índice, prefácio etc.), confirmando antecipações e inferências realizadas antes e durante a leitura de textos, checando a adequação das hipóteses realizadas.

LÍNGUA PORTUGUESA – 3º a 5º ANO

PRÁTICA DE LINGUAGEM - Produção de texto

HABILIDADES

(EF35LP09) Organizar o texto em unidades de sentido, dividindo-o em parágrafos segundo as normas gráficas e de acordo com as características do gênero textual.

ALÉM DA BNCC

CIÊNCIAS

UNIDADE TEMÁTICA: Matéria e energia

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Características da radiação eletromagnética

HABILIDADES

(EF07CIX1) Caracterizar a radiação eletromagnética pelo seu comprimento de onda: visível, infravermelho, rádio, ultravioleta, raios-X, raios gama

(EF07CIX2) Relacionar a radiação ultravioleta com a camada de ozônio e a radiação infravermelha com o efeito estufa, verificando as consequências para a manutenção da vida.

A natureza da luz e da radiação eletromagnética é tratada em Ciências no 9º ano pelas habilidade de EF09CI06 (Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações éticas dessas aplicações) Essa discussão deveria ser antecipada para o 7º, pois é necessário saber o que é a radiação eletromagnética, a radiação infravermelha e a ultravioleta para se falar do efeito estufa e da camada de ozônio. Além disso, a caracterização da radiação eletromagnética em termos de frequência na habilidade EF09CI06 é muito abstrata e, quando se fala da luz visível, ela leva a valores de frequência muito altos (6×10^{14} Hz para a luz verde, a cerca de $0,5 \mu\text{m}$) para terem significado para o aluno da Escola Fundamental. Já a representação em termos de comprimento de onda é visual e compreensível de um modo direto.

PLANO DE AÇÃO

1. Situação motivadora

Tem-se falado muito em mudanças climáticas. A temperatura média do globo a cada ano ou a cada dois ou três anos é a máxima desde que se têm registros. Qual o resultado desse aumento da temperatura na sociedade e na biodiversidade? Qual o papel das ações antrópicas no aumento dos gases do efeito estufa na atmosfera, que está tornando nosso planeta cada vez mais quente?

2. Objetivo geral

Trabalhar as competências e habilidades da BNCC em consonância com o Currículo de Pernambuco - CPE - promovendo a transdisciplinaridade de maneira verticalizada e a transversalidade de modo horizontalizado, permitindo que o processo de

ensino e aprendizagem torne-se mais dinâmico e integrador dos vários saberes sedimentados na escola para o sétimo ano.

3. Objetivos específicos

Fornecer aos estudantes um cenário da estrutura da atmosfera terrestre e compreender que o ar é uma mistura de diferentes gases.

Utilizar os dados astronômicos sobre o Sistema Solar para compreender como a atmosfera terrestre é favorável à vida em comparação com outros planetas;

Compreender o mecanismo do efeito estufa, da sua importância para a vida e como as ações antrópicas estão elevando a um aumento do efeito estufa;

Localizar a camada de ozônio na atmosfera e mostrar a sua importância para a vida terrestre e como as ações humanas promoveram a destruição dessa camada e como políticas bem sucedidas reverteram essa ação destrutiva;

Discutir com os estudantes estratégias de intervenção socioambiental que enfrentem os impactos da ação humana na atmosfera e que configurem produtos finais contemplando em particular as ODS 6 (ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO) e ODS 7 (ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL).

4. Conteúdo

CIÊNCIAS NATURAIS: estrutura da atmosfera; composição do ar; efeito estufa; camada de ozônio.

GEOGRAFIA: usos dos recursos naturais; diferentes tipos de poluição; atividades humanas e dinâmica climática.

HISTÓRIA: Revolução Industrial.

MATEMÁTICA: medidas de ângulos, a circunferência.

LÍNGUA PORTUGUESA E INGLESA: Leitura, produção oral e escrita de gêneros textuais de ampla circulação em suportes do gênero do discurso científico e/ou jornalismo impresso e/ou digitais.

5. Recursos didáticos

Modelos com bolinhas e palitos representando moléculas – O₂, N₂, H₂O, CO₂; placa de metal para ser aquecida pelo Sol; termômetro; régua e compasso; calculadora; apps

Stellarium, ISS Live Now, Google Maps, Google Earth, Climatedpo; consulta a sites com informações confiáveis, em português e inglês: institutos de pesquisa científica; instituições de ensino; revistas e jornais consagrados; ONGs amplamente reconhecidas.

6. Dinâmica.

AULA Nº 01 / 02

A COMPOSIÇÃO DO AR E A RADIAÇÃO SOLAR

A composição do ar

O ar foi considerado um dos princípios fundamentais na natureza em várias culturas. Entre os filósofos jônios, Anaxímenes de Mileto colocava o ar como *arkhe* (princípio) do Universo; seu filósofo conterrâneo, Tales de Mileto considerava a água como o arkhé. Já Aristóteles o fazia comparecer em sua teoria dos quatro elementos – terra, água, ar e fogo. Passou-se muito tempo até se descobrir que o ar era constituído por gases distintos, o oxigênio (O₂) e o nitrogênio (N₂). Além do O₂ e do N₂, outros gases entram em menor quantidade na composição do ar, como o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄).

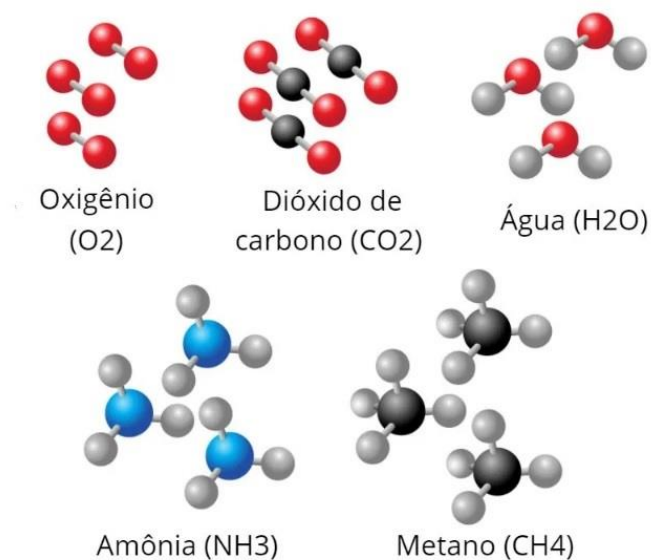


Figura. Moléculas de diversos tipos. Cada letra e cor indica uma espécie de átomo (elemento): C é o carbono (preto), H é o hidrogênio (cinza claro), O é oxigênio (vermelho), N é o nitrogênio (azul).

QUESTÃO. Do que é feito o ar?

O professor pode coletar as diversas respostas a esta questão. Por fim, deve esclarecer que o gás é composto por diversos gases.

Este é um momento para introduzir o conceito de **molécula**, e formulas químicas simples de substâncias mencionadas na linguagem corrente: oxigênio (O_2), água (H_2O) etc. Também deve ser estabelecida a diferença entre **elemento**, que corresponde a um **átomo**, e molécula que é um composto de átomos. Assim, a *molécula do oxigênio*, O_2 , que usamos na respiração, é diferente do *elemento oxigênio*, O , que entra na composição do próprio gás oxigênio O_2 , mas também na água, H_2O , e no dióxido de carbono, CO_2 , o principal gás do efeito estufa.

PROFESSOR, PROFESSORA. Apresente aos alunos os símbolos dos elementos químicos e as fórmulas químicas das moléculas simples discutidas aqui. Façam com bolinhas e palitos os modelos de moléculas – O_2 , N_2 , H_2O , CO_2

70

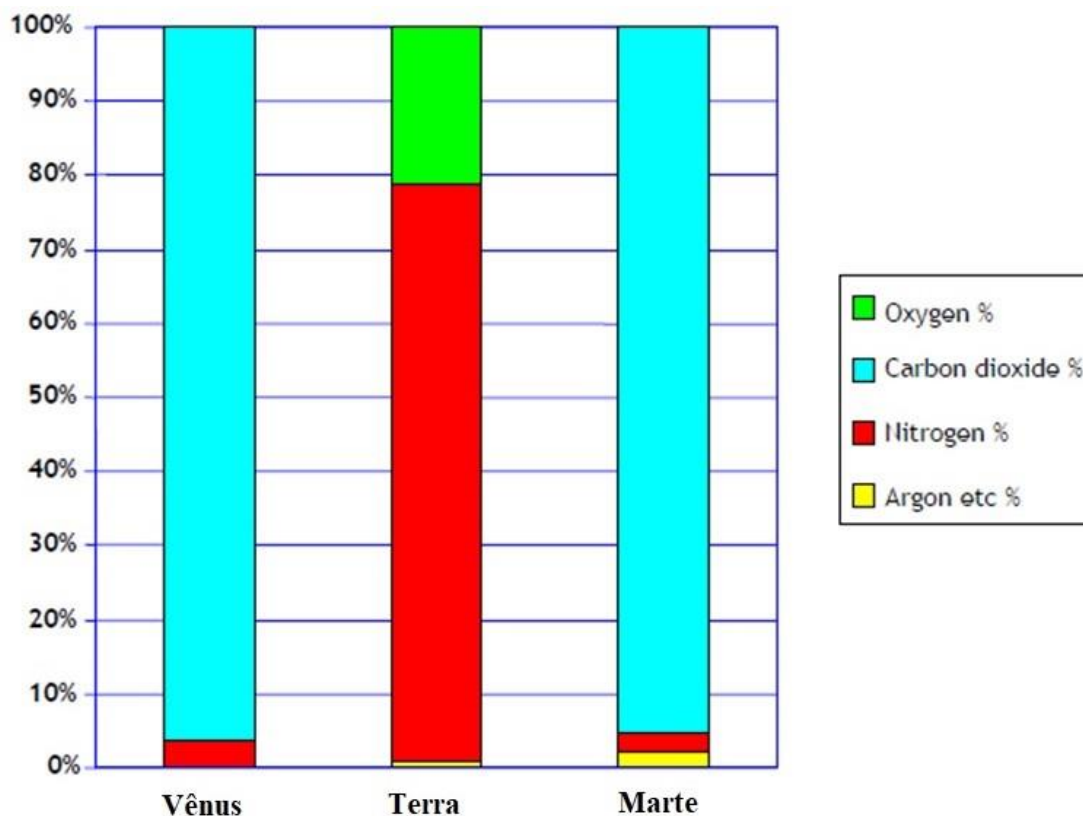


Figura. Composição da atmosfera de Vênus, Terra, e Marte.

A composição da atmosfera da Terra pode ser comparada com a de outros planetas. Se compararmos com a de Marte e Vênus, vemos que o oxigênio (O_2) está quase que totalmente ausente, e que o dióxido de carbono, CO_2 , que é bem pouco na Terra, domina a atmosfera destes dois planetas. A atmosfera da Terra é composta por 78,09% de nitrogênio (N_2), 20,95% de oxigênio (O_2), que usamos para respirar, 0,93% de argônio e 0,04% de dióxido de carbono (CO_2), e a atmosfera de Marte, por 95% de dióxido de carbono, 2,8% de nitrogênio, 2% de argônio e apenas 0,17% de oxigênio. Já a atmosfera de Vênus é composta quase que exclusivamente por CO_2 (96,5%) e N_2 (3,5%)

O oxigênio (O_2) é essencial para a existência dos animais como nós porque é a base da respiração. Contudo, há outros seres vivos, microscópicos, que não necessitam do oxigênio. Para alguns inclusive o oxigênio é até letal. O dióxido de carbono, embora em pouca quantidade, entra na composição dos nossos corpos, pois essa molécula é capturada através da **fotossíntese** que é realizada pelas plantas e por alguns microrganismos, como as **cianobactérias**, formando compostos orgânicos que depois são consumidos por animais ou por nós mesmos.

O dióxido de carbono, CO_2 , apesar de ser um gás bem pouco abundante na atmosfera terrestre, é o principal gás contribuindo ao efeito estufa. É por isso que se fala tanto na necessidade de combater as emissões de carbono (na verdade, dióxido de carbono).

A radiação eletromagnética

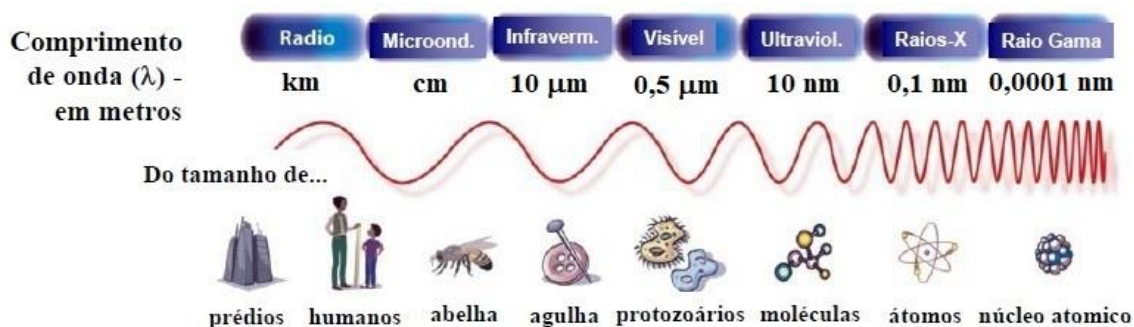


Figura. Espectro Eletromagnético. Cada faixa do espectro eletromagnético recebe um nome conforme o seu comprimento de onda: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, visível, ultravioleta, raios-X, raios gama. Vocês já ouviram falar em *km*, quilômetro, que é 1000 metros, em *cm*, centímetro, que é um centésimo de metro, ou 0,01 m, e em *mm*, milímetro, que é um milésimo de metro, ou 0,001 m. Mas talvez não ouviram falar de

unidades de comprimento muito pequenas, para medir coisas microscópicas, que são o μm , micrón, que é que é um milionésimo de metro, e uma unidade ainda menor, que é o nm , nanómetro, um bilionésimo de metro! Mas mesmo o nm é grande demais para medir um átomo, que tem cerca de 0,1 nm ou o núcleo atômico, menor que 0,0001 nm (um décimo de milésimo de nm). Mas as ondas eletromagnéticas podem ter comprimentos que vão desde quilômetros até tamanhos tão pequenos como o núcleo de um átomo.

A luz solar, ou a radiação solar é essencialmente **radiação eletromagnética**. O que vem a ser isso? A radiação eletromagnética pode ser vista como partículas de luz, que são chamadas de **fótons**. E pode também ser vista como **ondas eletromagnéticas**. Como uma onda no mar ou em uma piscina, as ondas eletromagnéticas são caracterizadas por seu **comprimento de onda**. Toda a extensão em comprimento de onda da radiação eletromagnética é imensa, vai desde comprimentos de onda maiores do que um prédio até menores do que um núcleo de um átomo. Esta extensão constitui o **espectro eletromagnético**.



Figura. Os comprimentos de onda da luz visível. Vermelho corresponde a cerca de 0,7 μm e violeta a 0,4 μm .

Visível, ultravioleta e infravermelho.

A luz que os nossos olhos veem constitui uma faixa muito estreita de todo o espectro eletromagnético, é a luz visível, entre 0,4 μm e 0,7 μm . (1 μm , micrón, é um milésimo de milímetro ou um milionésimo de metro.) Os comprimentos de onda algo menores que 0,4 μm , constituem a **radiação ultravioleta** e algo maiores que 0,7 μm , a **radiação**

infravermelha. O Sol emitem cerca de 50% da sua radiação no visível, e o máximo da emissão solar é em cerca de 0,55 μm . Porém cerca 10% da emissão solar é no ultravioleta, e aproximadamente 40% no infravermelho.

O infravermelho é uma emissão dos corpos quentes. Vocês já devem ter visto nos filmes, militares usando visores de infravermelho para procurar pessoas na noite, ou ainda predadores alienígenas com seus olhos de infravermelho nos caçando no escuro. Isto é porque o corpo humano brilha em infravermelho e tem o máximo da sua emissão em cerca de 10 μm .

AULA Nº 03 / 04

TEMPERATURA NA TERRA E NOS PLANETAS

Albedo

EXPERIMENTO. A cor mais clara ou escura de uma superfície afeta sua temperatura.

Tome duas placas de metal e pinte uma com tinta escura e outra com tinta clara. Exponha ao Sol, verifique com a mais escura se aqueceu mais. A fração da energia incidente que é refletida é chamada de **Albedo**.

Uma superfície planetária com maior albedo (mais clara) tende a ter uma menor temperatura, e com menor albedo (mais escura) tende a ter uma maior temperatura. Porém não é só o albedo da superfície (e aí se inclui a cobertura de nuvens) que determina a temperatura do planeta mas também o **efeito estufa**.

Efeito estufa

O chamado efeito estufa provém do fato de que a luz solar chega a Terra principalmente no visível, com um comprimento de onda médio de 0,55 μm mas essa energia é reemitida para o espaço como um corpo quente, com um comprimento de onda médio de 10 μm , ou seja no infravermelho. Essa radiação infravermelha é absorvida e reemitida por moléculas dos gases do efeito estufa. Parte da radiação reemitida volta para a Terra e impede que ela a reaquece. O resultado é o aquecimento pelo efeito estufa. O gás do efeito

estufa mais importante é o dióxido de carbono (CO_2), mas há outros como o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O). Esses gases resultam da queima de combustíveis fósseis ou poluição.



Figura. Mecanismo do efeito estufa. A luz solar chega a Terra principalmente no visível, com um comprimento de onda médio de $0,55 \mu\text{m}$ (os fótons com comprimento de onda curto). A Terra é aquecida e irradia para o espaço como um corpo quente, emitindo fótons do infravermelho com um comprimento de onda médio de $10 \mu\text{m}$ (os fótons com comprimento de onda longo). Esses fótons são absorvidos e reemitidos por moléculas dos gases do efeito estufa (assinaladas por *). Parte desses fótons retornam a Terra reaquecendo-a. Assim surge o efeito estufa. Fonte: baseado em Penrose (2004).

QUESTÃO. Fala-se muito mal do efeito estufa. Mas ele é tão ruim como dizem?

A resposta é NÃO. Na verdade, o efeito estufa evita que a Terra congele. O efeito estufa retém calor que é emitido pela Terra quando ela é aquecida pelo Sol. Se todo calor da Terra aquecida se perdesse para o espaço, a Terra teria uma temperatura de -18° a Terra seria uma bola de neve! Mas a temperatura média da Terra é 15°C . Assim o total de efeito estufa da Terra é:

$$G=15-(-18)=+33^\circ \text{C}$$

QUESTÃO. Qual é a temperatura dos outros planetas no Sistema Solar?

A temperatura de um planeta depende da distância ao Sol (que determina o fluxo de energia recebido pelo planeta), o albedo médio dele (a fração refletida da luz solar) e do efeito estufa. A Terra tem uma temperatura média de 15°C e um efeito estufa de $+33^{\circ}\text{C}$. Vênus tem uma temperatura média de 464°C , com um gigantesco efeito estufa de $+510^{\circ}\text{C}$. Já Marte tem uma temperatura média de -65°C e um minúsculo efeito estufa de apenas $+0,2^{\circ}\text{C}$. Para todos estes planetas, o principal gás do efeito estufa é o dióxido de carbono. Mas a composição da atmosfera dos 3 planetas é muito diferente. Em Vênus e Marte falta quase que inteiramente o oxigênio livre (O_2). Por outro lado, a atmosfera de Marte é composta em 95% por dióxido de carbono (CO_2) e a de Vênus por 96,5% de CO_2 , enquanto na Terra, essa molécula é apenas um traço (0,04%). A atmosfera da Terra é composta por 78,09% de nitrogênio, 20,95% de oxigênio, que usamos para respirar, 0,93% de argônio e 0,04% de dióxido de carbono; a atmosfera de Marte, por 95% de dióxido de carbono, 2,8% de nitrogênio, 2% de argônio e apenas 0,17% de oxigênio, e a atmosfera de Vênus, por 96,5% de dióxido de carbono, 3,5% de nitrogênio, 0,015% de dióxido de enxofre e 0,007% de argônio. A atmosfera de Vênus tem 92 vezes a pressão da atmosfera terrestre e por isso e pelo fato de ser composta quase que inteiramente por CO_2 é que o seu efeito estufa seja tão grande. Já Marte, apesar de ter 95% da atmosfera de CO_2 , sua atmosfera é muito fina (pressão atmosférica de 0,6% da terrestre) e o efeito estufa diminuto.



Figura. Vênus, Terra, Marte. Dos três planetas, apenas a Terra tem temperaturas amenas que permitem a existência da água no estado líquido.

A ATMOSFERA E A VIDA

QUESTÃO. Qual a importância da atmosfera da Terra para os seres vivos?

A atmosfera tem uma série de propriedades favoráveis à existência de vida neste planeta:

- A atmosfera da Terra tem a temperatura e pressão que permitem a existência da água no estado líquido, o que é essencial para a vida como conhecemos. Se a pressão fosse abaixo de 0.6% da pressão atmosférica terrestre, a água só poderia estar no estado sólido ou no estado gasoso. Se a temperatura fosse inferior a 0°C, a água estaria predominantemente na forma de gelo.
- A atmosfera contém nitrogênio (N₂), oxigênio (O₂), e dióxido de carbono (CO₂) Os animais e plantas utilizam oxigênio na respiração. Os organismos conhecidos como autótrofos, como a maioria das plantas e alguns microrganismos, utilizam o dióxido de carbono para produzir seu produzir matéria orgânica que é posteriormente serve como alimento por outros seres vivos. Bactérias fixadoras de nitrogênio extraem o N₂ da atmosfera produzem compostos nitrogenados facilmente assimilados por outras formas de vida.
- Os corpos dos seres vivos são constituídos em 97% pelos elementos químicos chamados de CHON, carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N), que são voláteis e provém da atmosfera e da hidrosfera. Apenas 3% dos nossos corpos se origina na crosta terrestre.
- O dióxido de carbono atmosférico é o principal gás do efeito estufa. Sem ele a Terra seria um mundo congelado com uma temperatura média de -18° C. O efeito estufa devido principalmente ao CO₂ produz um aquecimento global favorável à vida, resultando numa temperatura média na superfície da Terra de 15° C.
- A atmosfera absorve e retém parte do calor proveniente do Sol, regulando a temperatura do planeta em níveis adequados para a existência de vida.
- Ela redistribui a água evaporada da superfície terrestre sob a forma de chuva, no chamado ciclo hidrológico.
- Através a camada de ozônio, a atmosfera protege a Terra contra a radiação ultravioleta do Sol que poderia ser nociva aos seres vivos.
- Ela promove a desintegração da maioria dos meteoroides que atingem a Terra (**meteoróide** é um bloco de matéria sólida vagando pelo espaço, tipicamente com dimensões menores do que 10 metros; quando um meteoróide atinge a atmosfera se

queimando e deixando um rastro luminoso, é denominado **meteoro**; quando atinge o solo, chama-se **meteorito**).



Figura. A estrutura da atmosfera terrestre e a camada de ozônio.

A estrutura da atmosfera terrestre apresenta diversas camadas:

Troposfera. É a camada mais próxima da superfície terrestre, se estendendo do solo até 17 km de altitude nas regiões tropicais e pouco mais que 7 km nos polos. É constituída principalmente por oxigênio (O_2) e nitrogênio (N_2). Apresenta a maior concentração do vapor de água e poeira da atmosfera. Na troposfera, formam-se as nuvens e ocorrem os fenômenos meteorológicos, como chuvas e tempestades.

Estratosfera. Essa camada se estende de cerca de 15 km a 50 km de altitude. Nela se concentra ozônio (O_3), formando a **camada de ozônio**, que filtra maior parte da radiação ultravioleta do Sol, que é prejudicial aos seres vivos.

Mesosfera. Essa camada se distribui entre 50 km e 80 km de altitude. Ela protege a Terra da maior parte dos **meteoroides** vindos do espaço, destruindo-os e evitando que atinjam a superfície terrestre. Os meteoroides são incendiados nessa camada e aparecem com **meteoros**, conhecidos popularmente como **estrelas cadentes**.

Termosfera. Camada distribuída entre 80 km e 500 km de altitude. Ela contém a **ionosfera**, que é formada quando os gases, principalmente oxigênio e nitrogênio, ionizam-se ao serem atingidos pela radiação ultravioleta. Essa radiação é tão energética

que arranca elétrons dos átomos. Os elétrons são partículas de carga elétrica negativa e os átomos dos quais se tirou os elétrons ficam com cargas positivas, constituindo íons positivos. Essas partículas carregadas têm a característica de conduzir eletricidade, o que permite que reflitam ondas de rádio, possibilitando transmissões por rádio a grandes distâncias sobre a Terra. Nessa região da atmosfera situam-se os satélites de órbita baixa, incluindo a ISS.

Exosfera. Essa camada se estende acima de 500 km da superfície terrestre até que se alcance um quase vácuo. Nela predominam, em quantidade muito pequena, o hidrogênio (H₂) e hélio (He). A maioria dos satélites se encontra nessa região.

QUESTÃO. Você já ouviu falar no buraco na camada de ozônio?

A emissão de gases, como os clorofluorcarbonetos, (CFCs) por meio de atividades desenvolvidas pelo ser humano tem levado à destruição do ozônio estratosférico, assim tornado mais fina a camada de ozônio. Como a camada de ozônio filtra os raios ultravioleta solares, que são nocivos à vida, essa redução teria graves efeitos na saúde de todos os seres vivos, inclusive dos seres humanos, produzindo câncer de pele. Essa destruição do ozônio é mais visível na Antártica, onde se acentuou tremendamente um fenômeno natural, que foi chamado de “buraco da camada de ozônio”, que ocorre de agosto a outubro, e que é na verdade um afinamento da camada de ozônio.

NOTÍCIA. *Camada de ozônio: boas e más notícias de 2020.* Disponível em: <https://aun.webhostusp.sti.usp.br/index.php/2021/01/26/camada-de-ozonio-boas-e-mas-noticias-de-2020/>

Nessa matéria da Agência Universitária de Notícias da USP, os alunos encontram várias informações sobre a camada de ozônio. A habilidade de compreensão de textos através de pode ser estimulada através de várias questões: “O que é o buraco da camada de ozônio sobre a Antártica?” “Ocorre buraco no hemisfério norte?” “Quais os perigos do buraco da camada de ozônio?” “O tamanho do buraco da camada de ozônio varia com o tempo?” “Qual o papel dos clorofluorcarbonetos (CFCs) na destruição camada de ozônio?”, “O que é o *Protocolo de Montreal* e como ele contribuiu para reduzir a destruição da camada de ozônio?” “Quais são as boas e más notícias do título da reportagem?”

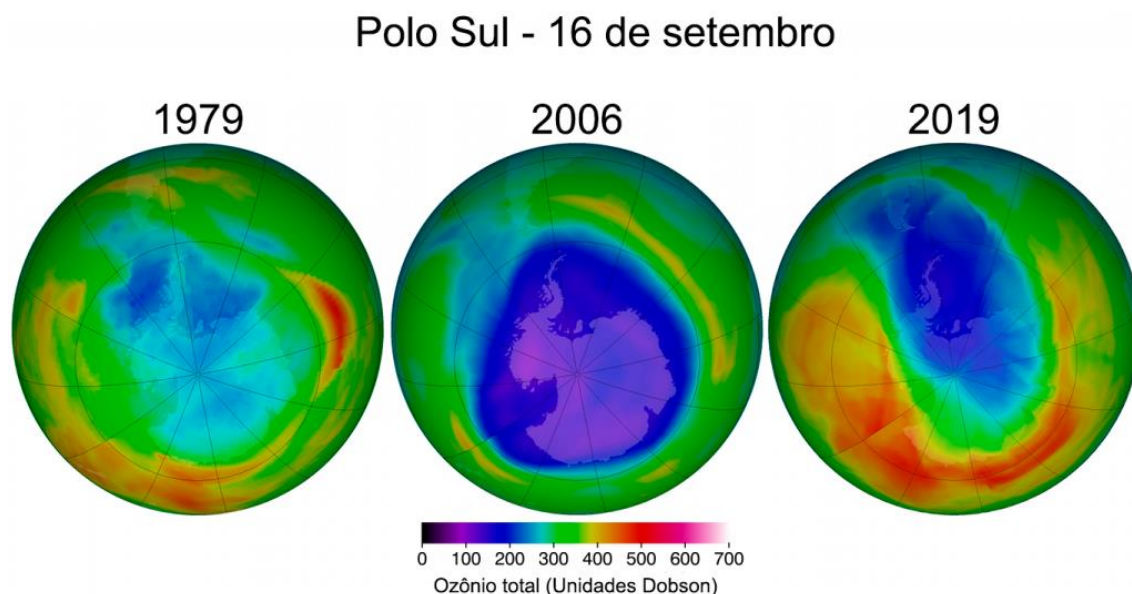


Figura. Buraco da camada de ozônio sobre a Antártica ao longo do tempo. Todas as imagens são de 16 de setembro de seus respectivos anos. Quanto mais azul escuro, maior a redução da espessura da camada de ozônio. Em 2006, o buraco estava no máximo. Em 2019, ele já se reduziu devido ao controle dos CFCs imposto pelo *Protocolo de Montreal*.

MAIS ALÉM. Obter informações sobre o ozônio atmosférico no site: Ozonewatch. Disponível em: <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>

O QUE É ISSO? O ANTROPOCENO

O químico holandês Paul Crutzen (1933-2021) foi laureado com o Prêmio Nobel de Química de 1995 por sua descoberta da destruição da camada de ozônio. Seus estudos sobre substâncias poluentes permitiram entender as possíveis mudanças climáticas sofridas pela Terra, relacionadas à emissão de clorofluorcarbonetos ou CFCs, que perturbam equilíbrio químico na formação e destruição do ozônio estratosférico. Foi um dos responsáveis pelo surgimento, em 1987, do **Protocolo de Montreal** sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, tratado internacional que entrou em vigor em 1º de janeiro de 1989. Esse é um exemplo de uma ação política que foi bem sucedida pois em apenas 20 anos de aplicação desse protocolo, verificou-se uma regeneração marcante da camada de ozônio. Foi ele que cunhou o termo **Antropoceno**

em 2000 (Crutzen, P. J.; E. F. Stoermer. The 'Anthropocene'. *Global Change Newsletter*, v. 41, p. 17–18, 2000), para indicar a era geológica atual, que começa com a Revolução Industrial, no final do Século XVIII, quando as atividades humanas começaram a ter um impacto global significativo no clima da Terra e no funcionamento dos seus ecossistemas. Esta data coincide com a invenção do motor a vapor por James Watt em 1784.



Figura. Paul Crutzen (1933-2021), laureado com o Prêmio Nobel de Química de 1995.

ARTIGO. *O planeta chega ao seu limite.* Amâncio Friaça, **Le Monde Diplomatique Brasil**, n. 29, p. 9, dezembro de 2009. Disponível em: <https://diplomatique.org.br/o-planeta-chega-ao-seu-limite/>

Após a leitura desse artigo, os alunos poderão discorrer sobre o que é o Antropoceno e qual a importância de entendê-lo para o bem-estar da humanidade. Como interpretar a frase “Essencialmente, todo carbono e nitrogênio do nosso corpo provêm da atmosfera”? Além do aquecimento global, quais são as pressões que o ser humano está colocando sobre o planeta e que poderão ter grandes consequências negativas para a sociedade e a vida sobre a Terra?

APÊNDICE 3**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O 8º ANO****ENERGIA SOLAR, MOVIMENTOS APARENTES DO SOL E SISTEMA TERRA-LUA**

TEMA: Energia solar, movimentos aparentes do Sol e o sistema Terra-Lua

APRESENTAÇÃO: Visto da Terra, ou seja, em um referencial geocêntrico, o Sol tem um movimento aparente de leste para oeste ao longo do dia, que é um reflexo do movimento de rotação da Terra de oeste para leste, e ao longo do ano, o Sol se move contra o fundo das estrelas, sobre um círculo, a Eclíptica que é inclinada em relação ao equador por cerca de $23,5^\circ$. Essa é a inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol, inclinação essa que causa das estações ao longo do ano. O equador terrestre se projeta na esfera celeste como o equador Celeste e a Eclíptica é a projeção do plano da órbita da Terra. O movimento de rotação é a causa do período do dia, com a parte clara do dia e a noite, e o movimento de translação produz o período do ano. As variações de temperatura na superfície terrestre são influenciadas principalmente pelas diferenças no ângulo de incidência dos raios solares, causadas tanto pela latitude como pelas estações. A temperatura da Terra sofre um aumento pelo efeito estufa da atmosfera, que é importante para a vida porque ele evita que a Terra congele. Além dos períodos do dia e do ano, há um terceiro período, o mês, que é causado pela Lua. Esses fenômenos são fundamentais para a manutenção e evolução da vida na Terra.

JUSTIFICATIVA: Há tempos que se fala da necessidade de substituir as fontes de energia baseadas na queima de combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gás natural – devido ao impacto que esses meios de geração de energia têm no efeito estufa, causando um aquecimento global e mudanças climáticas. Uma fonte básica de energia é o Sol, e a energia solar é uma fonte limpa de energia. Ocorre que várias fontes de energia que pensamos não serem de origem na energia solar são: energia hidrelétrica, energia eólica e biocombustível.

PÚBLICO ALVO: 8º ano do Ensino Fundamental

ÁREA DO CONHECIMENTO: Ciências Naturais

COMPONENTES CURRICULARES: Astronomia, Ciências Naturais, Matemática, Geografia, História, Língua Portuguesa.

NÚMERO DE AULAS: 6

RECURSOS: globo terrestre; modelo com bolas grande-média-pequena do sistema Sol-Terra-Lua; placa de metal para ser aquecida pelo Sol; termômetro; calculadora; apps *Stellarium*, *Daff Lua*, *ISS Live Now*, *Climatempo*; consulta a sites com informações confiáveis, em português e inglês: institutos de pesquisa científica; instituições de ensino; revistas e jornais consagrados; ONGs amplamente reconhecidas.

DE OLHO NA BNC DE OLHO NA BNCC

CIÊNCIAS – 8º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Matéria e energia

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Fontes e tipos de energia;

Transformação de energia

Cálculo de consumo de energia elétrica

Uso consciente de energia elétrica

HABILIDADES

(EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.

(EF08CI03) Classificar equipamentos elétricos residenciais (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo).

(EF08CI04) Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal.

(EF08CI05) Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade, consumo de energia e eficiência energética e hábitos de consumo responsável.

(EF08CI06) Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.

UNIDADE TEMÁTICA - Terra e Universo

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Sistema Sol, Terra e Lua; Clima

HABILIDADES

(EF08CI12) Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua.

(EF08CI13) Representar os movimentos de rotação e translação da Terra e analisar o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à sua órbita na ocorrência das estações do ano, com a utilização de modelos tridimensionais.

(EF08CI14) Relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra.

(EF08CI16) Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana.

CIÊNCIAS – 7º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Terra e Universo

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Efeito estufa

HABILIDADES

(EF07CI12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.

(EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.

(EF07CI14) Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.

CIÊNCIAS – 6º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Terra e Universo

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Forma, estrutura e movimentos da Terra

HABILIDADES

(EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características.

(EF06CI13) Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra.

(EF06CI14) Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos de rotação e translação do planeta Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol.

CIÊNCIAS – 5º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Matéria e energia

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Ciclo hidrológico

Consumo consciente

(EF05CI02) Aplicar os conhecimentos sobre as mudanças de estado físico da água para explicar o ciclo hidrológico e analisar suas implicações na agricultura, no clima, na geração de energia, no provimento de água potável e no equilíbrio dos ecossistemas regionais (ou locais).

(EF05CI03) Selecionar argumentos que justifiquem a importância da manutenção da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água, a preservação dos solos, dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico.

(EF05CI04) Identificar os principais usos da água e de outros materiais nas atividades cotidianas e discutir os possíveis problemas decorrentes desses usos.

MATEMÁTICA – 8º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Números

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Notação científica

HABILIDADES

(EF08MA01) Efetuar cálculos com potências de expoentes inteiros e aplicar esse conhecimento na representação de números em notação científica.

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Porcentagens

HABILIDADES

(EF08MA04) Resolver e elaborar problemas, envolvendo cálculo de porcentagens, incluindo o uso de tecnologias digitais.

UNIDADE TEMÁTICA - Grandezas e medidas

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Área de figuras planas

Área do círculo e comprimento de sua circunferência

HABILIDADES

(EF08MA16) Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de área de figuras geométricas, utilizando expressões de cálculo de área (quadriláteros, triângulos e círculos), em situações como determinar medida de terrenos.

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Volume de cilindro reto

Medidas de capacidade

HABILIDADES

(EF08MA17) Reconhecer a relação entre um litro e um decímetro cúbico e a relação entre litro e metro cúbico, para resolver problemas de cálculo de capacidade de recipientes cujo formato é o de um bloco retangular ou de um cilindro reto.

(EF08MA18) Resolver e elaborar problemas que envolvam o cálculo do volume de um cilindro reto ou a capacidade de um recipiente cujo formato é o de um cilindro reto

MATEMÁTICA – 7º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Geometria

OBJETOS DE CONHECIMENTO

A circunferência como lugar geométrico

HABILIDADES

(EF07MA18) Construir circunferências, utilizando compasso, reconhecê-las como lugar geométrico e utilizá-las para fazer composições artísticas e resolver problemas que envolvam objetos equidistantes.

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Triângulos: construção, condição de existência e soma das medidas dos ângulos internos

HABILIDADES

(EF07MA20) Construir triângulos, usando régua e compasso, reconhecer a condição de existência do triângulo quanto à medida dos lados e verificar que a soma das medidas dos ângulos internos de um triângulo é 180° .

UNIDADE TEMÁTICA - Grandezas e medidas

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Medida do comprimento da circunferência

HABILIDADES

(EF07MA27) Estabelecer o número π como a razão entre a medida de uma circunferência e seu diâmetro, para compreender e resolver problemas, inclusive os de natureza histórica.

MATEMÁTICA – 6º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Números

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Aproximação de números para múltiplos de potências de 10

HABILIDADES

(EF06MA11) Fazer estimativas de quantidades e aproximar números para múltiplos da potência de 10 mais próxima.

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Cálculo de porcentagens por meio de estratégias diversas, sem fazer uso da “regra de três”

HABILIDADES

(EF06MA12) Resolver e elaborar problemas que envolvam porcentagens, com base na ideia de proporcionalidade, sem fazer uso da “regra de três”, utilizando estratégias pessoais, cálculo mental e calculadora, em contextos de educação financeira, entre outros.

UNIDADE TEMÁTICA - Grandezas e medidas

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Ângulos: noção, usos e medida

HABILIDADES

(EF06MA23) Reconhecer a abertura do ângulo como grandeza associada às figuras geométricas.

(EF06MA24) Resolver problemas que envolvam a noção de ângulo em diferentes contextos e em situações reais, como ângulo de visão.

(EF06MA25) Determinar medidas da abertura de ângulos, por meio de transferidor e/ou tecnologias digitais.

MATEMÁTICA – 5º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Números

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Cálculo de porcentagens e representação fracionária

HABILIDADES

(EF05MA06) Associar as representações 10%, 25%, 50%, 75% e 100% respectivamente à décima parte, quarta parte, metade, três quartos e um inteiro, para calcular porcentagens, utilizando estratégias pessoais, cálculo mental e calculadora, em contextos de educação financeira, entre outros.

UNIDADE TEMÁTICA - Grandezas e medidas

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Medidas de comprimento, área, massa, tempo, temperatura e capacidade: utilização de unidades convencionais e relações entre as unidades de medida mais usuais

HABILIDADES

(EF05MA19) Resolver e elaborar problemas envolvendo medidas das grandezas comprimento, área, massa, tempo, temperatura e capacidade, recorrendo a transformações entre as unidades mais usuais em contextos socioculturais.

MATEMÁTICA – 4º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Geometria

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Ângulos retos e não retos: uso de dobraduras, esquadros e softwares

HABILIDADES

(EF04MA18) Reconhecer ângulos retos e não retos em figuras poligonais com o uso de dobraduras, esquadros ou softwares de geometria.

UNIDADE TEMÁTICA - Grandezas e medidas

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Medidas de tempo: leitura de horas em relógios digitais e analógicos, duração de eventos e relações entre unidades de medida de tempo.

HABILIDADES

(EF04MA22) Ler e registrar medidas e intervalos de tempo em horas, minutos e segundos em situações relacionadas ao seu cotidiano, como informar os horários de início e término de realização de uma tarefa e sua duração.

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Medidas de temperatura em grau Celsius: construção de gráficos para indicar a variação da temperatura (mínima e máxima) medida em um dado dia ou em uma semana

HABILIDADES

(EF04MA22) Ler e registrar medidas e intervalos de tempo em horas, minutos e segundos em situações relacionadas ao seu cotidiano, como informar os horários de início e término de realização de uma tarefa e sua duração.

(EF04MA23) Reconhecer a temperatura como grandeza e o grau Celsius como unidade de medida a ela associada e utilizá-lo em comparações de temperaturas em diferentes regiões do Brasil ou no exterior ou, ainda, em discussões que envolvam problemas relacionados ao aquecimento global.

(EF04MA24) Determinar as temperaturas máxima e mínima diárias, em locais do seu cotidiano, e elaborar gráficos de colunas com as variações diárias da temperatura, utilizando, inclusive, planilhas eletrônicas.

GEOGRAFIA – 8º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Conexões e escalas

OBJETOS DE CONHECIMENTO

A divisão do mundo em Ocidente e Oriente: o mundo visto pela Europa

HABILIDADES

(EF09GE06) Associar o critério de divisão do mundo em Ocidente e Oriente com o Sistema Colonial implantado pelas potências europeias.

(EF09GE07) Analisar os componentes físico-naturais da Eurásia e os determinantes histórico-geográficos de sua divisão em Europa e Ásia.

UNIDADES TEMÁTICA - Formas de representação e pensamento espacial

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Leitura e elaboração de mapas temáticos

HABILIDADES

(EF08GE13) Analisar os impactos socioeconômicos da adoção de elementos como a hora fracionada, o horário de verão e a linha internacional de mudança de data, considerando informações do sistema internacional de fusos horários.

GEOGRAFIA – 6º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Mundo do trabalho

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Transformação das paisagens naturais e antrópicas

HABILIDADES

(EF06GE06) Identificar as características das paisagens transformadas pelo trabalho humano a partir do desenvolvimento da agropecuária e do processo de industrialização.

(EF06GE07) Explicar as mudanças na interação humana com a natureza a partir do surgimento das cidades.

UNIDADE TEMÁTICA - Conexões e escalas

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Relações entre os componentes físico-naturais

HABILIDADES

(EF06GE03) Descrever os movimentos do planeta e sua relação com a circulação geral da atmosfera, o tempo atmosférico e os padrões climáticos.

(EF06GE04) Descrever o ciclo da água, comparando o escoamento superficial no ambiente urbano e rural, reconhecendo os principais componentes da morfologia das bacias e das redes hidrográficas e a sua localização no modelado da superfície terrestre e da cobertura vegetal.

UNIDADE TEMÁTICA - Natureza, ambientes e qualidade de vida

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Atividades humanas e dinâmica climática

HABILIDADES

(EF06GE13) Analisar consequências, vantagens e desvantagens das práticas humanas na dinâmica climática (ilha de calor etc.).

GEOGRAFIA – 4º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Formas de representação e pensamento espacial

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Sistema de orientação

Elementos constitutivos dos mapas

HABILIDADES

(EF04GE09) Utilizar as direções cardeais na localização de componentes físicos e humanos nas paisagens rurais e urbanas.

(EF04GE10) Comparar tipos variados de mapas, identificando suas características, elaboradores, finalidades, diferenças e semelhanças.

HISTÓRIA – 7º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - O mundo moderno e a conexão entre sociedades africanas, americanas e europeias

OBJETOS DE CONHECIMENTO

A ideia de “Novo Mundo” frente ao Mundo Antigo: permanências e rupturas de saberes e práticas na emergência do mundo moderno

HABILIDADES

(EF07HI02) Identificar conexões e interações entre as sociedades do Novo Mundo, da Europa, da África e da Ásia no contexto das navegações e indicar a complexidade e as interações que ocorrem nos Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico.

UNIDADE TEMÁTICA - Humanismos, Renascimentos e o Novo Mundo

OBJETOS DE CONHECIMENTO

As descobertas científicas e a expansão marítima

HABILIDADES

(EF07HI06) Comparar as navegações no Atlântico e no Pacífico entre os séculos XIV e XVI.

UNIDADE TEMÁTICA - Lógicas comerciais e mercantis da modernidade

OBJETOS DE CONHECIMENTO

As lógicas mercantis e o domínio europeu sobre os mares e o contraponto Oriental

HABILIDADES

(EF07HI13) Caracterizar a ação dos europeus e suas lógicas mercantis visando ao domínio no mundo atlântico.

LÍNGUA PORTUGUESA – 6º ANO**UNIDADE TEMÁTICA - Estratégias de leitura****OBJETOS DE CONHECIMENTO**

Recuperação da intertextualidade e estabelecimento de relações entre textos

HABILIDADES

(EF06LP18) Analisar informações sobre um mesmo fato veiculadas em diferentes mídias e justificar sobre o que é mais confiável.

(EF06LP19) Analisar diferentes formas de tratar uma informação na comparação de textos que tratam do mesmo tema, em função das condições em que foi produzido e daquelas em que será recebido.

LÍNGUA PORTUGUESA – 1º a 5º ANO**PRÁTICA DE LINGUAGEM - Produção de texto****HABILIDADES**

(EF15LP02) Estabelecer expectativas em relação ao texto que vai ler (pressuposições antecipadoras dos sentidos, da forma e da função social do texto), apoiando-se em seus conhecimentos prévios sobre as condições de produção e recepção desse texto, o gênero, o suporte e o universo temático, bem como sobre saliências textuais, recursos gráficos, imagens, dados da própria obra (índice, prefácio etc.), confirmando antecipações e inferências realizadas antes e durante a leitura de textos, checando a adequação das hipóteses realizadas.

LÍNGUA PORTUGUESA – 3º a 5º ANO**PRÁTICA DE LINGUAGEM - Produção de texto****HABILIDADES**

(EF35LP09) Organizar o texto em unidades de sentido, dividindo-o em parágrafos segundo as normas gráficas e de acordo com as características do gênero textual.

LÍNGUA INGLESA – 6º ANO**UNIDADE TEMÁTICA - Estratégias de leitura****OBJETOS DE CONHECIMENTO**Compreensão geral e específica: leitura rápida (*skimming, scanning*)**HABILIDADES**

(EF06LI08) Identificar o assunto de um texto, reconhecendo sua organização textual e palavras cognatas.

(EF06LI09) Localizar informações específicas em texto.

ALÉM DA BNCC

MATEMÁTICA

UNIDADE TEMÁTICA - Grandezas e medidas

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Estudo da esfera

HABILIDADES

- 1) Calcular o volume de uma esfera e a área da superfície de uma esfera em função do raio
- 2) Reconhecer que a superfície da esfera é proporcional ao quadrado do raio e que o volume é proporcional ao cubo do raio

O estudo da esfera deveria fazer parte do currículo do Ensino Fundamental porque a esfera tem um significado histórico e filosófico e grande importância em astronomia e cosmologia, permitindo compreender a forma aproximadamente esférica da Terra e dos planetas e satélites naturais, do Sol e das estrelas. O 8º ano do Ensino Fundamental é um bom momento para introduzir o estudo da esfera, pois no 7º ano já se iniciou o estudo do círculo, introduzindo o número π para o cálculo do comprimento da circunferência e no 8º ano se calcula a área de um círculo (habilidade EF08MA16) e o volume de um cilindro reto (habilidade EF08MA17), operações para as quais se usa o número π .

PLANO DE AÇÃO

1. Situação motivadora

Devido às mudanças climáticas geradas pela queima de combustível fóssil tanto para a movimentação dos veículos como pela geração de energia, torna-se cada vez mais urgente a implementação de fontes de energia limpa. A energia solar é uma das mais promissoras dessas fontes.

2. Objetivo geral

Trabalhar as competências e habilidades da BNCC em consonância com o Currículo de Pernambuco - CPE - promovendo a transdisciplinaridade de maneira verticalizada e a transversalidade de modo horizontalizado, permitindo que o processo de ensino e aprendizagem torne-se mais dinâmico e integrador dos vários saberes sedimentados na escola para o oitavo ano.

3. Objetivos específicos

Aprender os conceitos de energia e potência, e verificar como equipamentos elétricos residenciais e industriais transformam a energia elétrica em outros tipos de energia.

Distinguir fontes renováveis e não-renováveis de energia;

Reconhecer que o Sol é a principal fonte de energia da Terra.

Estabelecer como a insolação varia com a latitude e estações do ano e a importância desse fato para a geração de energia solar..

Comparar o fluxo de energia solar entre os diversos planetas do Sistema Solar.

Construir uma imagem correta das fases da Lua e da ocorrência de eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua.

Debater com os estudantes, dentro de uma perspectiva transdisciplinar, estratégias de intervenção socioambiental permitindo a obtenção de produtos finais que sintetize as aprendizagens vivenciadas nesta sequência didática, com especial atenção às ODS 6 (ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO) e ODS 7 (ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL).

4. Conteúdo

CIÊNCIAS NATURAIS: movimento de rotação e de translação; o Sol como fonte de energia da Terra; variação da insolação com a latitude e as estações; efeito estufa; energia e potência; consumo de energia elétrica por equipamentos domésticos, na cidade na indústria e no campo; energia solar; clima e ações antrópicas; o sistema Terra-Lua

GEOGRAFIA: movimentos do planeta e sua relação com a circulação geral da atmosfera, o tempo atmosférico e os padrões climáticos; transformação das paisagens naturais e antrópicas; atividade humana e mudanças climáticas

HISTÓRIA: a Guerra Fria.

MATEMÁTICA: medidas de ângulos, cálculo de volumes e de áreas, a esfera; representação de números em notação científica

LÍNGUA PORTUGUESA E INGLESA: Leitura, produção oral e escrita de gêneros textuais de ampla circulação em suportes do gênero do discurso científico e/ou jornalismo impresso e/ou digitais.

AULA Nº 01 / 02

O SOL COMO FONTE DE ENERGIA DA TERRA

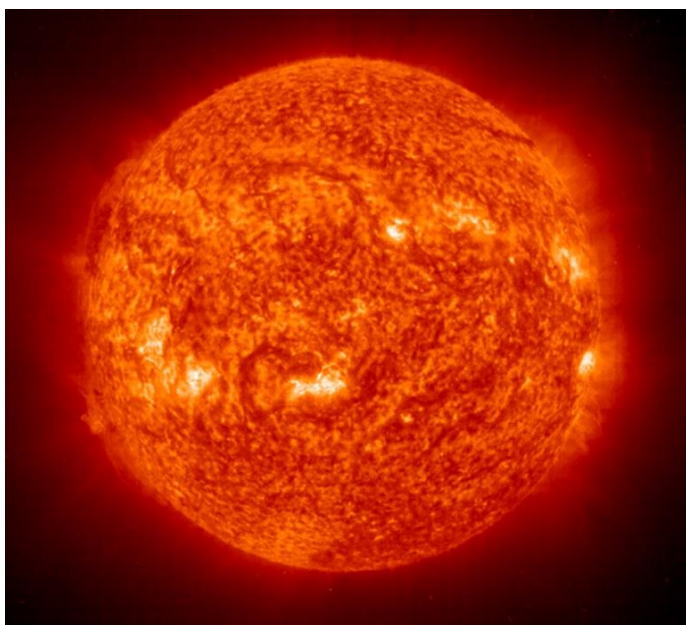


Figura. O Sol é fonte de 99,9% da energia da Terra.

Alguns dados sobre o Sol

O Sol é uma estrela de classe G2V, de cor amarela. O Sol é muito maior do que a Terra. Ela tem um raio de 6378,137 km e uma massa de $5,9736 \times 10^{24}$ kg. Já o raio do Sol é de 696.000 km, o que equivale a 109 raios terrestres, e sua massa é $1,9891 \times 10^{30}$ kg, ou 332.900 Terras. A densidade do Sol é $1,408 \text{ g/cm}^3$, menor do que a da Terra, que é $5,515 \text{ g/cm}^3$. Sua temperatura superficial é $5500 \text{ }^\circ\text{C}$, enquanto que no núcleo é 15,7 milhões de $^\circ\text{C}$. Sua luminosidade é $3,846 \times 10^{26} \text{ W}$, sendo responsável por 99,9% da energia utilizada na Terra.

PROFESSOR, PROFESSORA. Aproveite essa oportunidade para desenvolver a habilidade de Matemática EF08MA01 (Efetuar cálculos com potências de expoentes inteiros e aplicar esse conhecimento na representação de números em notação científica). Números “astronômicos” são particularmente apropriados para isso. Associe também grandes números que se tornaram corriqueiros no noticiário referentes a potências de 10, mil a 10^3 , milhão a 10^6 , bilhão a 10^9 , trilhão a 10^{12} . Essas escalas serão usadas para descrever a potência de energia elétrica e gerada e consumida.

Energia, tipos de energia, potência, consumo e geração de energia

Sistema de medidas é um conjunto de unidades definido para medir diferentes grandezas, tais como comprimento, massa, tempo, área, volume etc. O sistema de medidas que usamos é o SI, Sistema Internacional de Unidades. O SI define a unidade padrão de medida de cada grandeza. Ele é baseado no sistema métrico decimal, e é chamado de internacional porque foi obtido por acordo entre a maioria dos países para uniformizar as unidades de medida. As grandezas básicas são comprimento, massa e tempo, e as respectivas unidades de medidas do SI são o metro (m), quilo (kg) e segundo (s).

O Joule (J) é unidade de energia do SI. Os seres vivos e máquinas empregam energia para sua existência e funcionamento. Assim também se define uma outra grandeza derivada da energia, que é quantidade de energia produzida ou gerada por unidade de tempo, o Watt (W), que são Joules por segundo. A potência gerada ou consumida é medida em W e nas seus múltiplos: kW, quilowatt, mil Watts; MW, megawatt, um milhão de Watts; GW, gigawatt, um bilhão de Watts; TW, terawatt, um trilhão de Watts



Figura. Chuveiro elétrico. O chuveiro elétrico é um dos eletrodomésticos que mais consome energia elétrica. Mesmo um modelo pequeno, como o da foto, tem uma potência de consumo de 5500 W, ou 5,5 kW. Fonte: https://www.amazon.com.br/Ducha-Lorenzetti-7530273-Branco-Pequeno/dp/B076X788KK/ref=asc_df_B076X788KK.

PROFESSOR, PROFESSORA. Este é um bom momento para desenvolver as habilidades de Ciências do 8º ano sobre energia e potência, tipos de energia, consumo e geração de energia: EF08CI01, EF08CI03, EF08CI04, EF08CI05 e EF08CI06. Fale da quase universalidade da energia elétrica no funcionamento da sociedade. Aborde também o papel dos combustíveis para o transporte e do gás para o uso doméstico.

A luz solar é a fonte de 99,9% da energia da Terra (FRIAÇA, 2022c). A sua ação se dá através da incidência direta de energia, aquecendo o planeta, mas principalmente através da sua ação indireta impulsionando os movimentos da atmosfera e o ciclo hidrológico e através da fotossíntese processada tanto pelas plantas como por microrganismos, como as cianobactérias. Assim, não só as usinas fotovoltaicas são movidas a energia solar, mas também as usinas hidrelétricas, as eólicas e as de biomassa. Mesmo o combustível fóssil é de origem solar, pois foi todo o carvão mineral, petróleo e gás natural são os restos de animais, plantas e microrganismos que viveram há centenas de milhões de anos. Naquela época, a fotossíntese mantida do Sol de então aprisionou o carbono da atmosfera e energia solar nos corpos dos seres vivos tanto de grandes proporções como microscópicos que depois foram enterrados e que agora utilizamos como fonte de energia. Os corpos

enterrados daqueles seres vivos são **fósseis**, e por isso, o que sobrou deles – carvão mineral, petróleo e gás natural – é chamado de **combustível fóssil**.

A energia fotovoltaica é a forma mais direta de captação de energia solar. Consiste de um conjunto de painéis solares que transformam a energia luminosa incidente do Sol em energia elétrica. A maior usina fotovoltaica do Brasil e da América do Sul é o Parque de São Gonçalo, localizado no semiárido do estado do Piauí. Conta com com mais de 2.2 milhões de painéis solares distribuídos em uma área de 12 km². O conjunto solar de São Gonçalo possui, atualmente, uma capacidade instalada de 575,725 MW. O parque ainda está em construção, e, quando finalizado, terá uma capacidade total de 864 MW.



Figura. Parque solar de São Gonçalo, no semiárido do estado do Piauí. É a maior usina fotovoltaica do Brasil e da América do Sul. Fonte: <https://canalsolar.com.br/confira-as-5-maiores-usinas-fotovoltaicas-do-brasil/>

Outra fonte de energia renovável é a energia eólica, mas também representa uma forma de energia solar, pois é o Sol que fornece a energia para os diversos fenômenos da atmosfera, os ventos inclusive. O maior parque eólico do Brasil e da América do Sul é o Parque Eólico Lagoa dos Ventos, localizado no Piauí, nos municípios de Lagoa do Barro do Piauí, Dom Inocêncio e Queimada Nova. Atualmente, o complexo gera cerca de 1 GW e tem uma capacidade de geração de 2,4 GW.



Figura. Parque Eólico Lagoa dos Ventos, situado no Piauí, é a maior usina eólica da América do Sul. Fonte: <https://clickpetroleogas.com.br/maior-parque-de-energia-eolica-da-america-do-sul-esta-situado-no-piaui-e-possui-mais-de-24-gw/>

AULA Nº 03/04

ENERGIA SOLAR NA TERRA E NO SISTEMA SOLAR

QUESTÃO. Como explicar a temperatura e as variações de temperatura da Terra?

A **variação da temperatura** sobre a superfície terrestre é devida principalmente ao **aquecimento pela luz solar** e depende da **inclinação** dos **raios solares** incidindo no local.. Quanto mais direta a incidência dos raios solares maior o aquecimento pelo Sol. Maior a inclinação dos raios solares, menor o aquecimento pelo Sol e menor a temperatura; o Sol bastante inclinado, bastante “baixo” no horizonte leva a uma temperatura mais baixa. Percebemos isso ao longo do dia. A temperatura é menor ao nascer do sol, quando o Sol está inclinado perto do horizonte, e mais alta ao meio dia, quando o sol está mais alto no céu, mais perto do **zênite** (o ponto que está exatamente acima das nossas cabeças).

A maior ou menor inclinação dos raios solares permite compreender que:

1) As regiões mais afastadas do equador, ou seja, em maiores latitudes, são mais frias porque nelas a incidência dos raios solares é mais inclinada. Já em regiões próximas do equador, os raios solares incidem mais na vertical tornando-as mais quentes.

2) O eixo de rotação da Terra tem uma inclinação de aproximadamente $23,5^\circ$ em relação ao eixo do plano da órbita da Terra em torno do Sol. Ou seja, a órbita da Terra é inclinada em relação ao equador por $23,5^\circ$. Ao longo do ano, conforme a Terra se desloca em sua órbita em seu movimento de translação, surgem as estações, e a inclinação dos raios solares varia e assim também variam o aquecimento solar e a temperatura. No inverno, os raios solares incidem com maior inclinação, o aquecimento solar é menor e a temperatura tende a diminuir. Já no verão, a incidência dos raios solares é mais direta, o aquecimento pelo Sol é maior e a temperatura tende a subir.

ATENÇÃO! A causa das estações, o verão e o inverno, **NÃO** é a menor ou maior distância entre Terra e Sol, conforme a Terra percorre em um ano sua órbita ao redor do Sol. A causa das estações é **SIM** menor ou maior inclinação dos raios solares ao longo do ano, e não a menor ou maior distância entre Terra e Sol.

De fato, a órbita da Terra em torno do Sol é uma elipse, porém bem próxima de ser um círculo. A distância entre Terra e o Sol durante o movimento orbital terrestre varia em apenas 3%. Um valor bem pequeno! Esta variação de distância é tão pequena que não tem influência significativa sobre a temperatura da Terra.

Essas considerações prevenir o erro de atribuir as estações à maior ou menor proximidade da Terra ao Sol durante a sua órbita.

Em relação à isso, deve-se lembrar que enquanto em no hemisfério sul é verão (ou inverno), no hemisfério norte é inverno (ou verão).

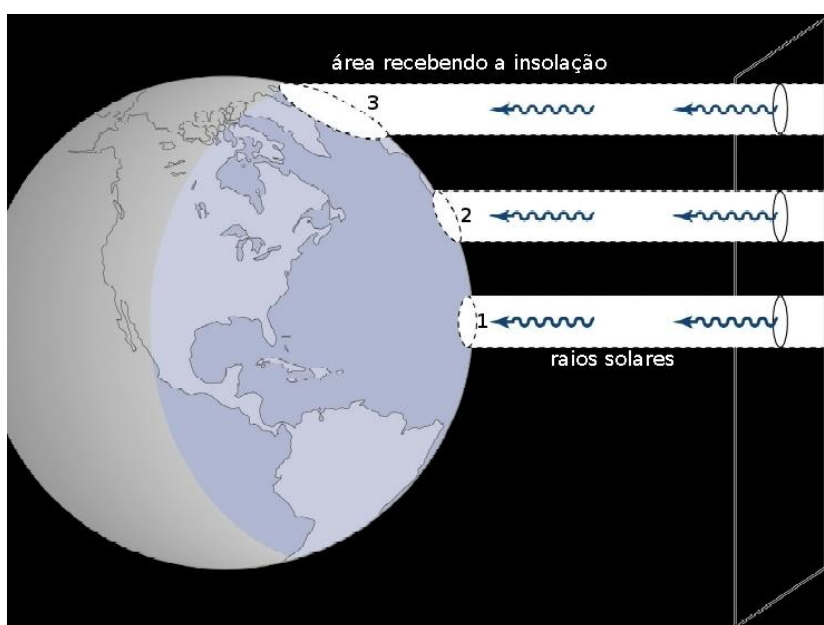


Figura. Variação da incidência dos raios solares com a maior proximidade do equador ou do polo. A incidência é maior (mais direta) na região equatorial do que na polar.

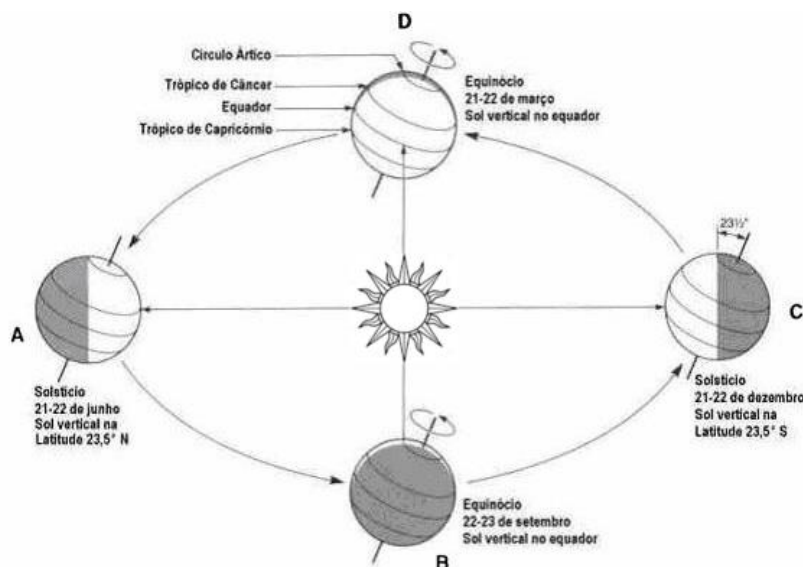


Figura. Movimento de translação da Terra e as estações.

Fluxo de energia solar e insolação

EXPERIMENTO. A intensidade da incidência da luz varia com a inclinação dos raios luminosos.

Ilumine uma placa com uma lanterna com incidência mais direta ou mais inclinada. Observe como a placa fica mais iluminada com a incidência direta do que com a inclinada.

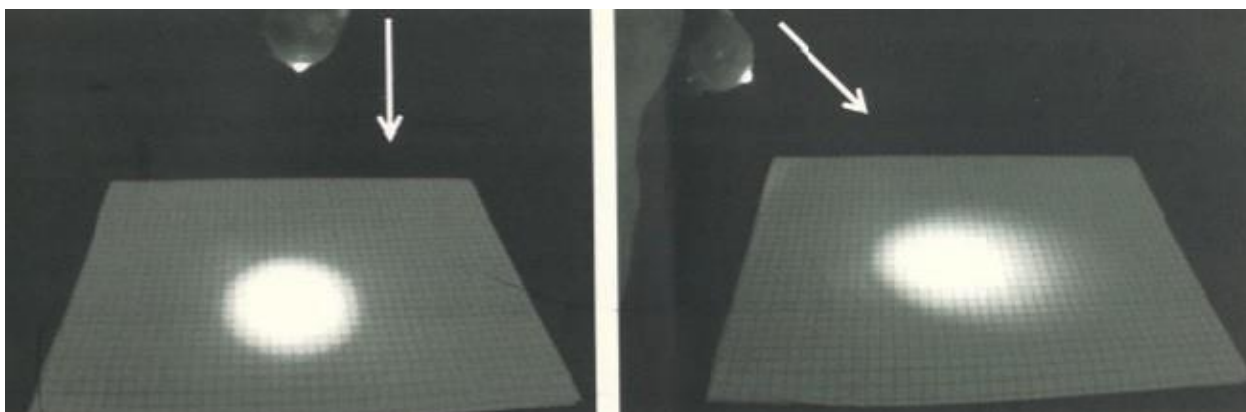


Figura. A intensidade da iluminação é menor para uma maior inclinação dos raios luminosos. Fonte: LANGHI, 2016.

Fluxo e insolação

Como mostra o experimento, a intensidade de iluminação da iluminação depende de quanta potência é depositada por unidade de área. Assim, pode-se definir **fluxo de energia** como potência por unidade de área, ou W/m^2 . Porém não é só o fluxo de energia do Sol que importa para o aquecimento pelo Sol ou disponibilidade de energia solar. Tem que se levar a inclinação do feixe de raios solares. Se o Sol estiver mais inclinado, a potência é distribuída sobre uma área maior e assim é mais diluída. Isso define a **insolação** que é a potência de energia solar por unidade de área na superfície. Isso que vai determinar o maior ou menor aquecimento pela luz solar e explica por que as regiões mais perto do equador são mais quentes e as mais perto do polo mais frias. É também por esse motivo que nas usinas fotovoltaicas os painéis solares formam um ângulo com o chão, desse modo eles recebem o fluxo solar mais diretamente.

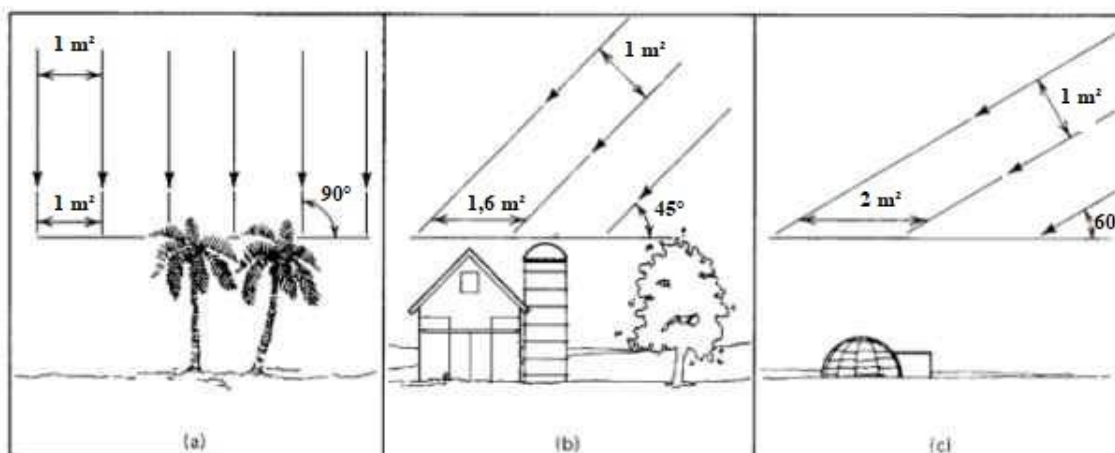


Figura. A insolação, que é a que é a potência de energia solar por unidade de área na superfície, é maior no equador onde o solo está em ângulo reto com os raios solares e diminui em direção aos polos, onde a inclinação dos raios solares aumenta e a área no solo onde o fluxo solar é distribuído aumenta. A inclinação média dos raios solares depende da latitude. Os painéis representam: a) a região tropical, com uma latitude de 0° ; b) a região temperada, com uma latitude de 45° ; c) a região frígida, com uma latitude de 60° . A área no solo A é dada por $A=A_0/\cos\varphi$, onde A_0 é a área perpendicular aos raios solares, φ é a latitude do local e $\cos\varphi$ é o cosseno da latitude.

Constante solar

O fluxo solar na posição da Terra em relação ao Sol, é também chamado de **constante solar** e vale:

$$S_0 = 1370 \text{ W/m}^2.$$

Porém a constante solar não é realmente constante, pois apresenta ligeiras flutuações ao longo do tempo, tipicamente de uma parte em 1000. Esse valor na realidade se refere ao fluxo solar no espaço. Ao penetrar na atmosfera terrestre, o fluxo solar é reduzido devido à absorção pela atmosfera. De novo, essa redução é maior quanto mais ar é atravessado pela atmosfera e cresce com inclinação do Sol em relação à vertical: em maiores latitudes, próximo do nascer ou pôr do Sol, ou no inverno, essa redução é mais severa.

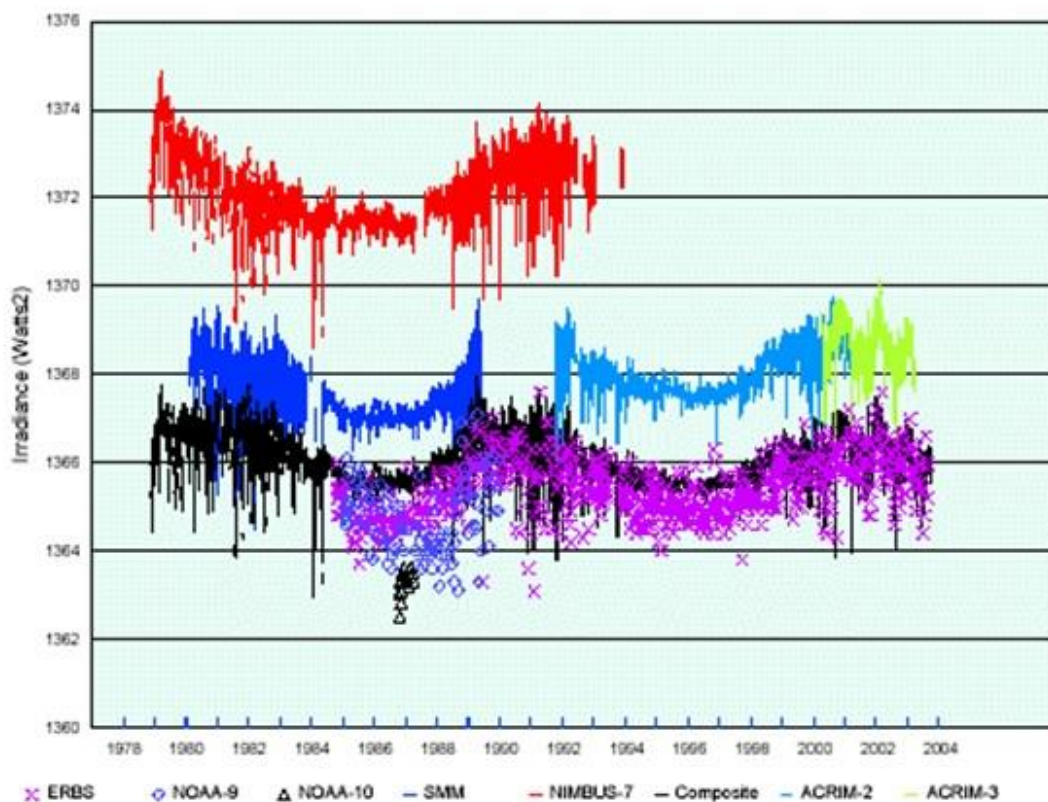


Figura. A constante solar (fluxo solar) não é realmente constante. Tem ligeiras flutuações ao longo do tempo. As cores das curvas se referem a diferentes satélites usados para medir a constante solar. A principal flutuação é devido ao ciclo de cerca de 11 anos das manchas solares.

QUESTÃO. Como obter a constante solar (fluxo solar na posição da Terra)?

- Definição de Fluxo:
Fluxo=Luminosidade/Área (potência por unidade de área)
- Área de uma esfera de raio R:
 $\text{Área}=4\pi R^2$
- R=raio da órbita terrestre:
 $r_0=1$ unidade astronômica=1 UA 149,6 milhões de km
- **IMPORTANTE!** Converter r_0 para o SI (metros):
 $r_0=1,496\times 10^8$ km= $1,496\times 10^8$ km $\times(10^3$ m)= $1,496\times 10^{11}$ m
- L é a Luminosidade Solar:
- $L=L_{\odot}=3,827\times 10^{26}$ Watt
- \Rightarrow Constante Solar:
 $S_0 = L_{\odot}/(4\pi r_0^2)=1370$ W/m²

A partir da última fórmula, podemos escrever uma equação geral para o fluxo S_P de um planeta P orbitando a uma distância r_P de uma estrela *, com luminosidade L_* , como:

$$S_P = L_*/(4\pi r_P^2)$$

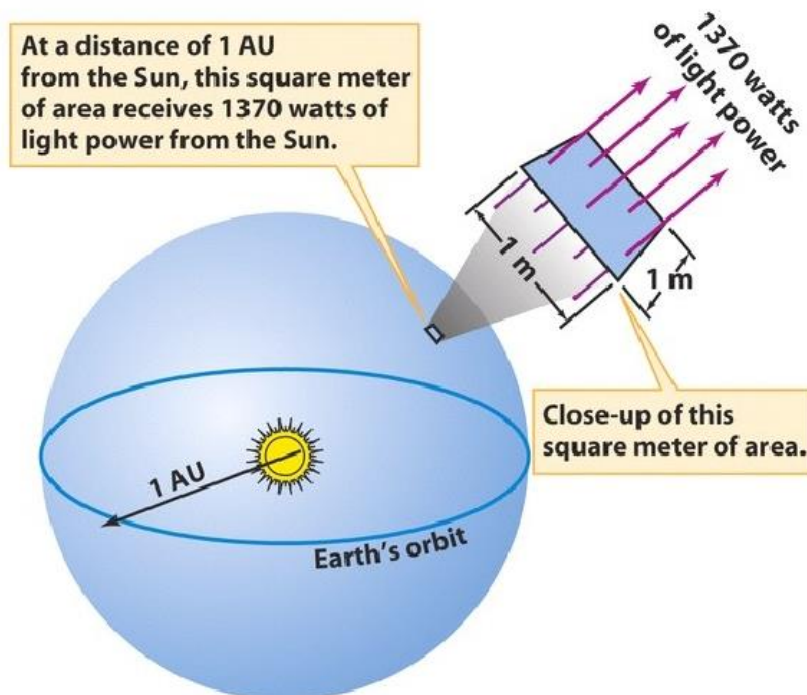


Figura. Constante solar

QUESTÃO. Qual o fluxo solar recebido por cada planeta?

Para um planeta situado a uma distância ao Sol r diferente daquela à Terra, r_0 , ou unidade astronômica, a energia é distribuída sobre a superfície de uma esfera com área diferente. Isso faz com que o fluxo solar S do planeta se relacione com o fluxo solar na Terra S_0 , a constante solar, conforme a lei do inverso do quadrado da distância.

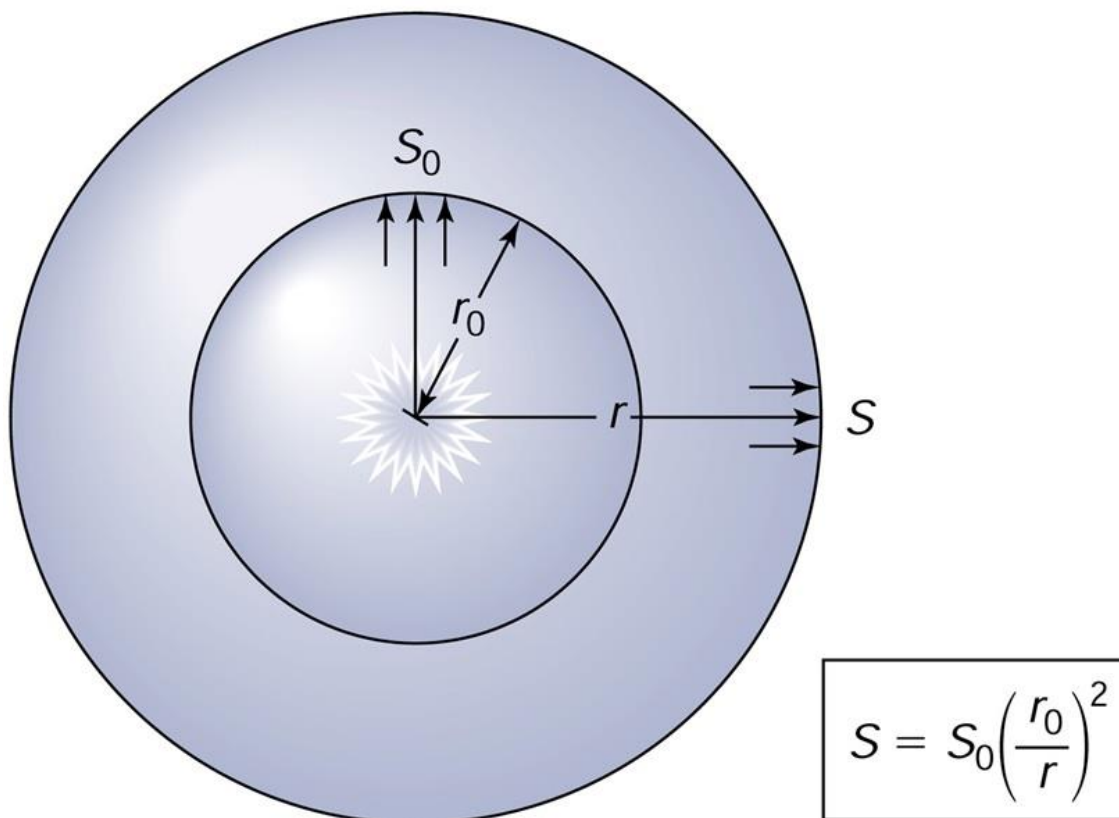


Figura. Lei do inverso do quadrado da distância

Podemos encontrar o fluxo solar S para cada um dos planetas, introduzindo na fórmula do inverso do quadrado da distância acima, o valor do raio da órbita do planeta $r = R_{Planeta}$, medido em unidades astronômicas, que é bem apropriado para dar as distâncias no Sistema Solar.

$$R_{Marte} = 1,52 \text{ UA}$$

$$R_{Venus} = 0,72 \text{ UA}$$

$$R_{Jupiter} = 5,2 \text{ UA}$$

Como, para a Terra, $r_0 = 1 \text{ UA}$ e $S_0 = 1370 \text{ W/m}^2$, obtemos:

$$S_{Venus} = 2642.8 \text{ W/m}^2 \text{ na órbita de Venus}$$

$$S_{Terra} = 1370 \text{ W/m}^2 \text{ na órbita da Terra}$$

$$S_{Marte} = 593.0 \text{ W/m}^2 \text{ na órbita de Marte}$$

$$S_{Jupiter} = 50.7 \text{ W/m}^2 \text{ na órbita de Jupiter}$$

Vocês já viram que as naves espaciais e satélites artificiais em geral têm painéis solares. Isso significa a energia para alimentar seus equipamentos provém da geração fotovoltaica

produzida para estes painéis. Porém quanto mais distante a nave está do Sol, menor o fluxo de energia solar e maiores têm que ser os painéis, e vice-versa. Veja a figura abaixo.

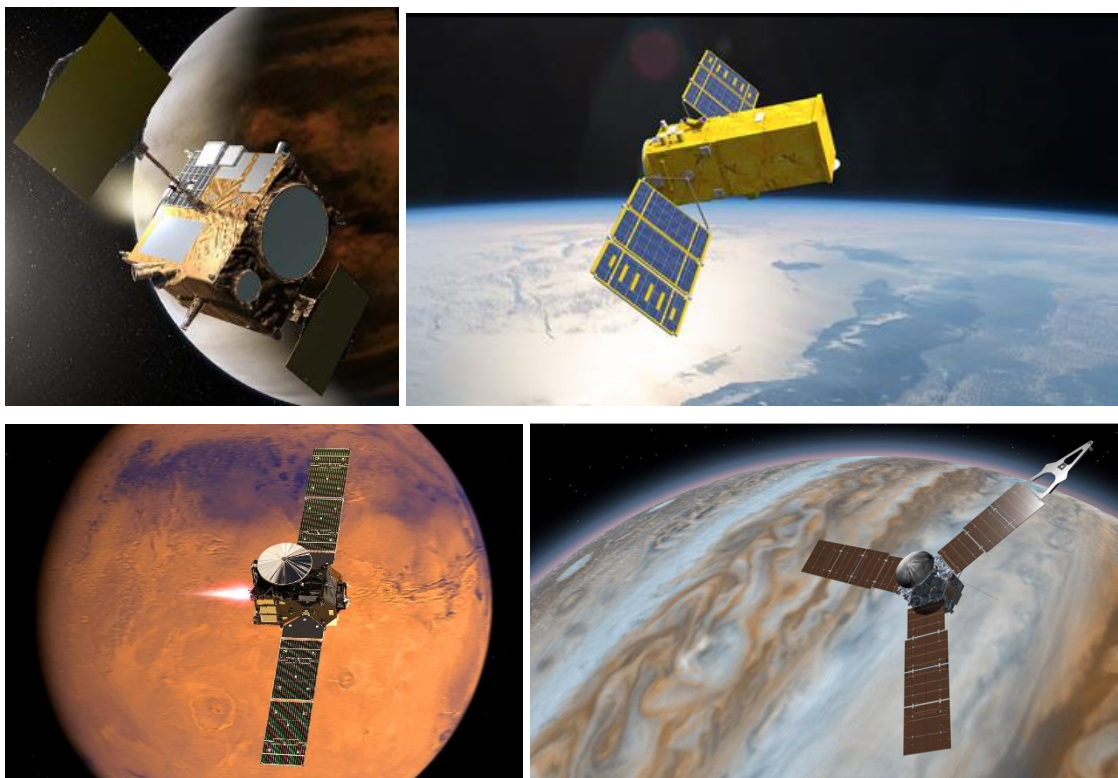


Figura. Satélites espaciais em torno de diversos planetas. Observe como o tamanho dos painéis solares aumenta conforme a distância do planeta ao Sol. Da esquerda para a direita, e de cima para baixo: Akatsuki (orbitando Vênus; agência espacial japonesa JAXA); Amazônia 1 (orbitando a Terra; INPE, Brasil); ExoMars (orbitando Marte; agência espacial europeia ESA); Juno (orbitando Júpiter; agência espacial americana NASA)

MAIS ALÉM. Investigue a missão, história e equipamentos de cada um dos satélites mencionados na figura acima, usando informações obtidas diretamente nos sites das agências responsáveis por eles.

ARTIGO. *A energia renovável vai para o espaço.* Amâncio Friaça, **Le Monde Diplomatique Brasil**, n. 59, p. 12-13, junho de 2012. Disponível em: <https://diplomatie.org.br/a-energia-renovavel-vai-para-o-espaco/>

Nesse artigo, os alunos encontraram informações sobre os planos de alguns países de instalar usinas fotovoltaicas no espaço, em especial o Japão, que é pobre em recursos energéticos e que passou a temer usinas nucleares após o desastre nuclear na Central Nuclear de Fukushima I em 11 de março de 2011, causado Central Nuclear de Fukushima I em 11 de março de 2011, causado por um tsunâmi provocado por um terremoto de magnitude 8,7, que atingiu a usina. Os estudantes devem discutir se consideram esses projetos são viáveis e quais os riscos ambientais envolvidos.

AULA Nº 05/06

A LUA

Um pequeno passo

No dia 20 de julho de 1969, milhões de pessoas ao redor do mundo acompanhavam maravilhadas pelo rádio ou pela televisão o pouso da Apollo 11 na Lua levando os primeiros seres humanos a visitarem a Lua, os astronautas estadunidenses Neil Armstrong (1930-2012) e Edwin Eugene Aldrin (1930-). Armstrong foi o primeiro a pisar o solo lunar, e disse as primeiras palavras na Lua: “Esse é um pequeno passo para um homem, mas um gigantesco salto para a humanidade” (“That's **one small step for man, one giant leap for mankind.**”).

QUESTÃO. O que Neil Armstrong quis dizer com essa frase?

Aquele momento, além de realizar um antigo sonho da humanidade e abrir o caminho dos seres humanos para os astros, também se inseria dentro do contexto da Guerra Fria entre os Estados Unidos e a agora extinta União Soviética para demonstrar qual superpotência tinha a liderança política, econômica e militar mundial. A exploração espacial era um aspecto importante dessa exibição de força, e havia uma “Corrida Espacial” entre as duas nações. De início, a União Soviética tomou a dianteira, quando lançou ao espaço, em 4 de outubro de 1957, o Sputnik 1, que foi o primeiro satélite artificial a orbitar a Terra. Em de 12 de abril de 1961, os soviéticos também foram os primeiros a enviar um ser

humano ao espaço, o astronauta russo Yuri Gagarin (1934-1968). No plano da política mundial, a chegada da Apollo 11 à Lua significava que os Estados Unidos haviam “vencido” a Corrida Espacial.



Figura. A primeira pegada de um ser humano na Lua por Neil Armstrong ao descer da Apollo 11 em 20 de julho de 1969. Fonte: <https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/who-was-neil-armstrong-58.html>.

Após a missão Apollo 11, cinco outras missões levaram o ser humano à Lua, a última realizada em 1972. As viagens de seres humanos à Lua foram interrompidas desde então. O Programa Artemis, da Nasa (Agência Espacial Americana), retoma o projeto de enviar novamente o ser humano à Lua a partir de 2026. As missões Apollo retornaram à Terra 384 quilos de material lunar, para tentar responder a questões importantes. Por exemplo, qual a origem da Lua? Com os conhecimentos acumulados desde então e novas tecnologias, o Programa Artemis permitirá obter mais informações a respeito não apenas da Lua e sua história, como também da origem e história evolutiva da Terra, da vida e do Universo.



Figura. A espaçonave Orion do Projeto Artemis

Satélites naturais

A Lua é o satélite natural da Terra. Satélites naturais, também chamados de luas, são astros que orbitam planetas. No Sistema Solar, apenas Mercúrio e Vênus não têm luas. Marte tem dois satélites naturais, Fobos e Deimos, de dimensões bem pequenas, $27 \times 22 \times 18$ km, $15 \text{ km} \times 12 \text{ km} \times 11 \text{ km}$, respectivamente. Os planetas gigantes, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, têm dezenas de luas. As quatro maiores luas de Júpiter foram as primeiras luas a serem descobertas em torno de outro planeta, por Galileu em 1610. Elas são Io, Europa, Ganímedes e Calisto.



Figura. Luas de Júpiter. Da esquerda para direita: Io, Europa, Ganímedes e Calisto

Ganímedes é a maior lua do Sistema Solar, com diâmetro de 5262 km, maior do que Mercúrio (diâmetro 4880 km). Titã, satélite natural de Saturno, com diâmetro de 5150 km, é a segunda maior lua do Sistema Solar, também é maior do que Mercúrio. A nossa Lua, com 3476 km de diâmetro, pode ser considerada de grande porte, sendo a quinta maior lua do Sistema Solar.



Figura. As grandes luas do Sistema Solar.

A atmosfera da Lua é extremamente rarefeita. Do mesmo, quase todas as luas do Sistema Solar têm uma atmosfera desprezível. A exceção é Titã, a lua de Saturno, que possui uma atmosfera tão espessa que na sua superfície a pressão atmosférica é o dobro da terrestre.

Fases da Lua

A Lua realiza um movimento de rotação em torno do seu próprio eixo e outro de translação orbitando a Terra. É a translação que dá origem ao mês. Durante essa órbita, a distância média entre Lua e a Terra é aproximadamente 384 mil quilômetros. A massa da Terra é 81,2 vezes a massa da Lua. Assim, a Terra exerce uma imensa força de maré sobre a Lua. Isso resulta em *rotação síncrona* da Lua, ou seja o seu período de rotação fica igual ao de translação, a rotação da Lua trava em relação à sua translação. A consequência disso é que a Lua fica sempre com a mesma face voltada para nós. É a sua *face visível*.

QUESTÃO. Existe um “Lado Escuro da Lua”?

A banda britânica de rock Pink Floyd lançou em 1973 um famoso álbum com o título *The Dark Side of the Moon* (“O Lado Escuro da Lua”). Mas existe um “Lado Escuro da Lua”? Não! Na verdade, o que existe é um “lado oculto” da Lua, que é o hemisfério do outro lado oposto da face visível da Lua. Para ser mais preciso, nem todo esse hemisfério é oculto, pois, devido a oscilações do movimento da Lua em torno na Terra, 18% do lado oculto é revelado à Terra.

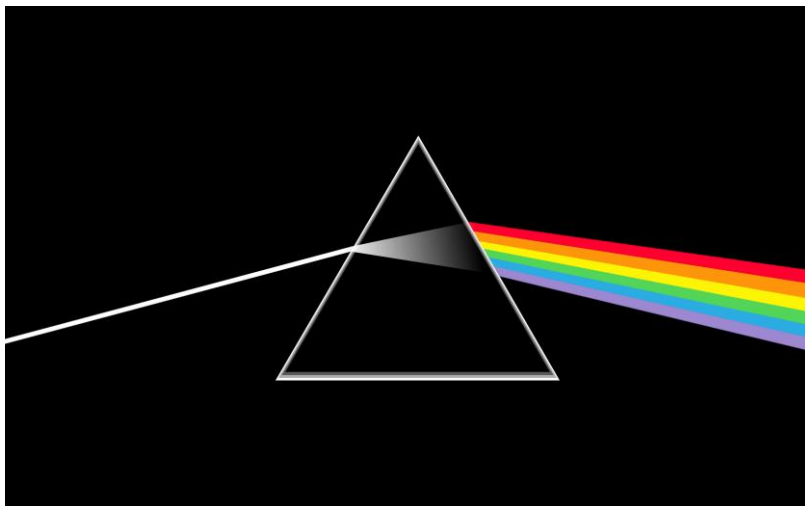


Figura. Elemento da capa do álbum *The Dark Side of the Moon*.

À medida que a Lua orbita a Terra ao longo do mês, ela passa por um ciclo de fases, durante o qual sua forma parece variar gradualmente. O ciclo completo dura aproximadamente 29,5 dias. O período completo de fases lunares que chamamos na linguagem corrente de *mês*, também denominado, numa linguagem precisa, *lunação* ou *mês sinódico*. Sinódico vem de “sínodo”, que significa encontro, e indica que o mês das

fases lunares é marcado pelo encontro da Lua com o Sol, quando Lua está na mesma direção que o Sol e portanto fica invisível. Esse momento é chamado de *Lua Nova*.

As fases da Lua resultam da variação da iluminação da Lua pela luz do Sol enquanto ela orbita a Terra. A *face iluminada* da Lua é aquela que está voltada para o Sol. A face iluminada não é a face visível, que é aquela voltada para a Terra. A fase da lua representa qual porção da face visível está iluminada pelo Sol. A posição relativa entre Terra, Lua e Sol varia de dia para dia, e por isso a iluminação da Lua aparece sob ângulos diferentes. Durante metade do ciclo essa porção está aumentando (lua crescente) e durante a outra metade ela está diminuindo (lua minguante). Tradicionalmente apenas as quatro fases mais características do ciclo - Lua Nova, Quarto Crescente, Lua Cheia e Quarto Minguante - recebem nomes, mas a porção que vemos iluminada da Lua, que é a sua fase, varia de dia para dia. Por essa razão os astrônomos definem a fase da Lua em termos de número de dias decorridos desde a Lua Nova (de 0 a 29,5) e em termos de fração iluminada da face visível (0% a 100%).

Na Lua Nova, a Lua está na mesma direção do Sol, e assim a face visível para Terra não recebe a luz solar. Nessa fase, a Lua está no céu durante o dia, nascendo e se pondo aproximadamente junto com o Sol. Uns dois dias depois desse momento, a Lua vai aparecer fininha logo depois do pôr do Sol, no lado oeste. Essa figura da Lua é tradicionalmente chamada de “crescente”, e tem aproximadamente o desenho da letra D no hemisfério Norte, da letra C no hemisfério Sul, e de uma tigela no equador. Nos dias seguintes, vai crescendo de tamanho. Está na fase crescente. Ao final de duas semanas, 100% da face visível está iluminada. É a Lua Cheia. A Lua está na direção oposta ao Sol. Então a Lua está nascendo no lado leste quando o Sol se põe no lado oeste. Depois da Lua Cheia, a parte iluminada da Lua começa a diminuir. É a *fase minguante*. Ela vai aparecendo no céu cada vez mais tarde até que se torna visível só de madrugada, cada vez mais fina, no lado leste, até que o nascer do Sol ocorra antes da Lua aparecer. De novo, a Lua está na direção do Sol. De novo, é Lua Nova.

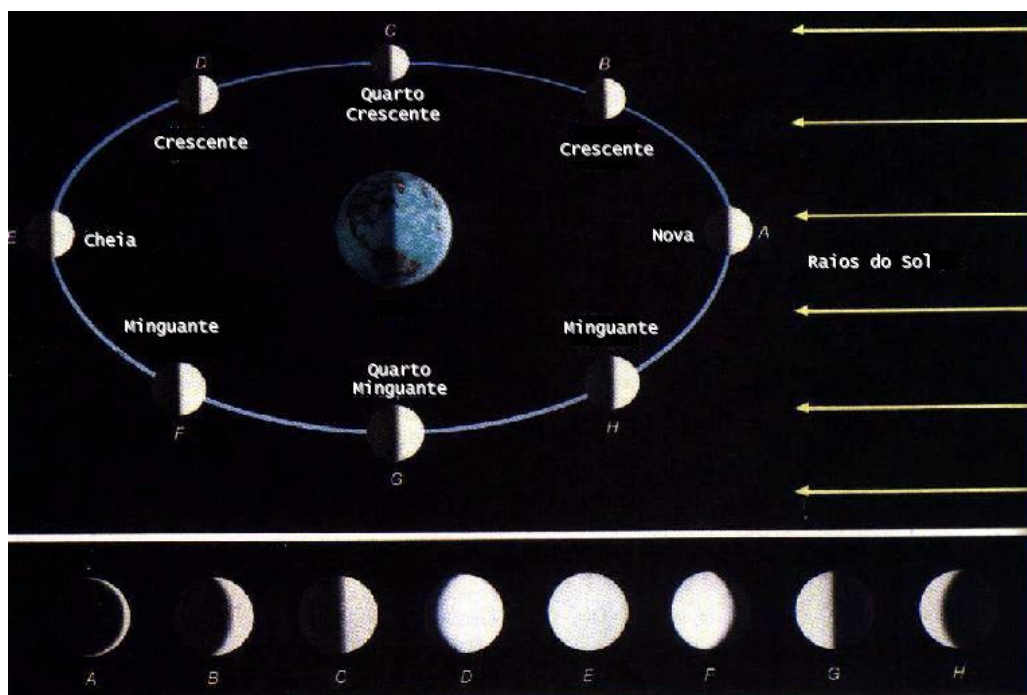


Figura. As fases da Lua

QUESTÃO. Em qual fase da Lua estamos? (ou estávamos?) (ou estaremos?)

Essa questão pode ser abordada tanto com o aplicativo *ISS Live Now* como do *Daff Lua*. O *Daff Lua* apresenta a fase e idade da Lua, além do nascer e pôr da Lua para qualquer data e local. O *ISS Live Now* apresenta a Lua com a sua fase e a posição do globo terrestre acima da qual a Lua se encontra diretamente projetada. Pode ser verificado que a porção iluminada da Lua está voltada para o Sol, quando este estiver no campo de visão do aplicativo.

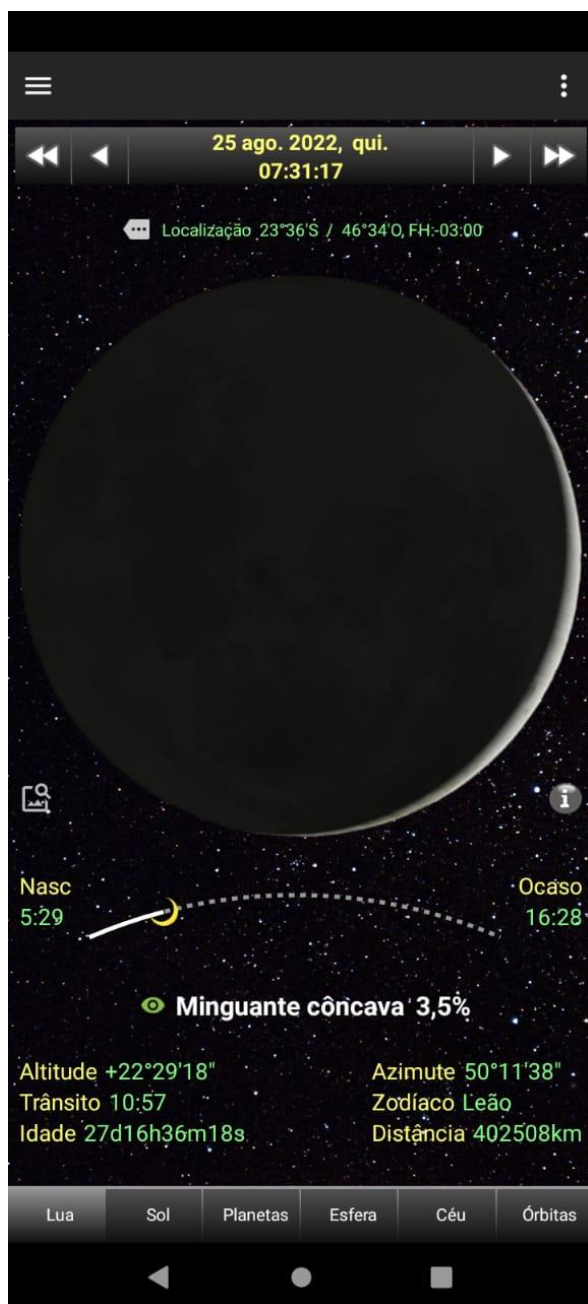




Figura. *Daff Lua*: fase da Lua em dois dias consecutivos

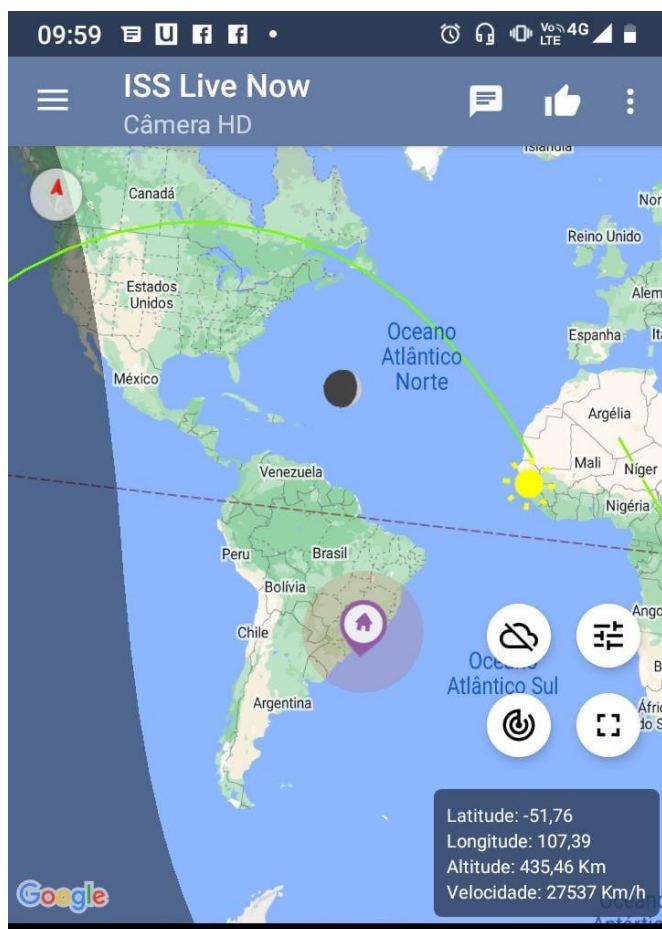


Figura. *ISS Live Now* apresentando a Lua, sua fase e localização acima do globo terrestre, Observe que a face iluminada da Lua está voltada para o Sol.

Eclipses

Um eclipse ocorre quando a Lua desaparece (eclipse lunar), oculta pela sombra da Terra projetada pelo Sol, ou o Sol desaparece (eclipse solar), oculto pela Lua cobrindo o Sol. Como a Lua Nova ou a Lua Cheia, é um fenômeno que também envolve um alinhamento Terra-Sol-Lua, porém é mais raro porque também exige que a linha unindo Terra a Lua esteja dentro do plano da órbita da Terra em torno do Sol.

Ocorrem no mínimo 2 eclipses por ano, sendo ambos solares, e no máximo, 7 eclipses por ano, sendo no mínimo 2 lunares. Os eclipses são eventos cíclicos, ou seja, a cada novo ciclo ocorrem na mesma ordem que no ciclo anterior. O ciclo completo dos eclipses, com 70 eclipses, tem 18 anos e 11,3 dias, e recebe o nome de período de Saros (do grego “repetição”).

Eclipse lunar

O eclipse lunar ocorre quando a Lua passa pela sombra da Terra. Isso só ocorrerá quando a Lua estiver do lado oposto ao do Sol, ou seja, na Lua Cheia. O cone de sombra da Terra é composto pela *umbra* e pela *penumbra*. Quando a Lua passa integralmente pela umbra, ocorre o eclipse lunar total. Se apenas parte da Lua passar pela umbra, o eclipse lunar será parcial. Se a Lua passar apenas pela penumbra, o eclipse será penumbral. Neste caso, o disco lunar aparece ligeiramente escurecido. Parte da luz solar é difundida pela atmosfera da Terra no cone de sombra projetado sobre a Lua e, assim, mesmo no máximo do eclipse total, a Lua continua visível. A chamada “Lua de Sangue” de alguns eclipses lunares é devida ao fato de que essa luz difundida é avermelhada.

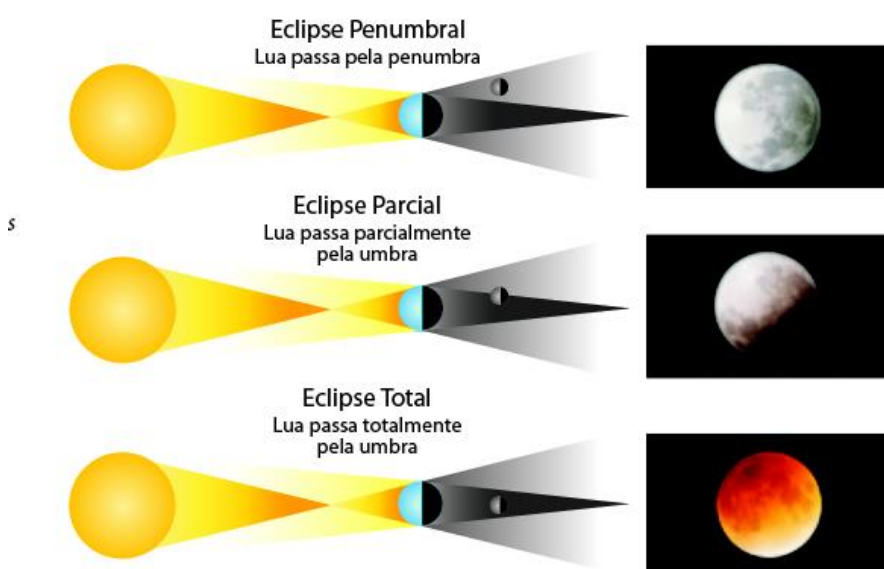


Figura. Eclipse lunar.

Eclipse solar

O eclipse solar ocorre quando a Lua encontra-se entre o Sol e a Terra, na Lua Nova. A sombra é composta de duas partes. A parte central, mais escura, é a *umbra* e pode atingir até 270 km de largura. A parte periférica, bem mais clara, é denominada *penumbra*. Observadores que se encontram na umbra verão um eclipse total. Durante a totalidade (período de escuridão) a parte do Sol que permanece visível é a sua atmosfera. Já os observadores que se encontram na penumbra verão um eclipse parcial, pois parte do disco solar ainda permanecerá visível. Caso o tamanho aparente da Lua seja menor que o do Sol, o eclipse será anular, pois a parte que restará visível terá o aspecto de anel brilhante.

Isso ocorre porque as distâncias Terra-Lua e Terra-Sol variam pelo fato de as órbitas da Terra e da Lua não serem circulares. O disco lunar parece maior quando a Lua está mais próxima da Terra (perigeu), e menor quando está mais distante (apogeu). O mesmo ocorre com o disco solar, maior quando nosso planeta está no periélio ou menor, no afélio.

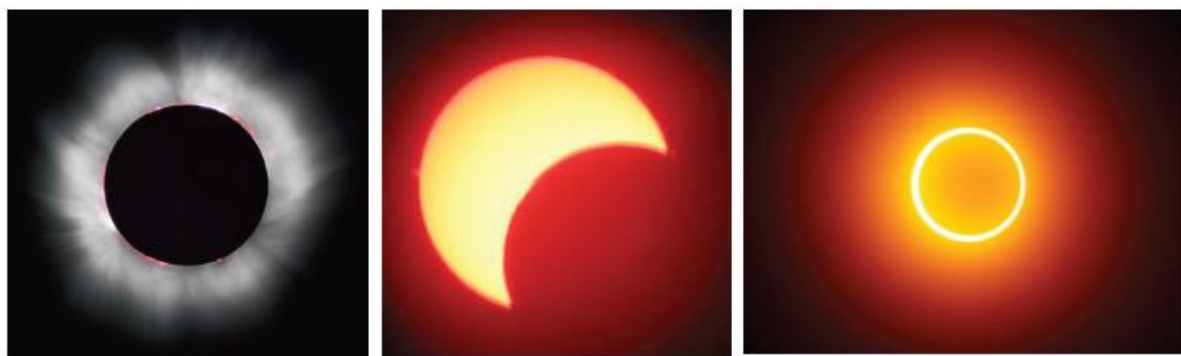
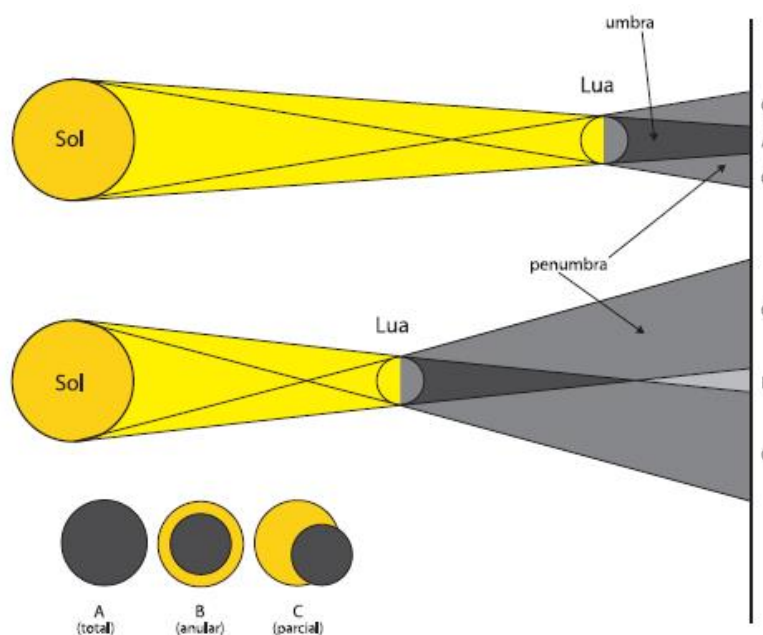


Figura. Tipos de eclipse solar: total, anular, parcial (acima). Imagens de eclipse solar: total, parcial e anular (abaixo).

QUESTÃO. Por que não ocorre um eclipse lunar em cada Lua Cheia e um eclipse solar em cada Lua Nova?

Os eclipses ocorrem sempre na Lua Cheia (eclipse lunar) e na Lua Nova (eclipse solar), mas não em todas. A razão disso é que o plano da órbita da Lua está inclinado cerca de

5° em relação ao plano da órbita da Terra. Portanto, o afastamento da Lua varia entre 5° acima do plano da eclíptica e 5° abaixo. Assim, durante seu trajeto a Lua passa duas vezes pelo plano da órbita da Terra, sua órbita cruzando a órbita da Terra nos chamados nodos. Os eclipses só ocorrem quando os três astros estão alinhados, ou seja, praticamente sobre a linha dos nodos.

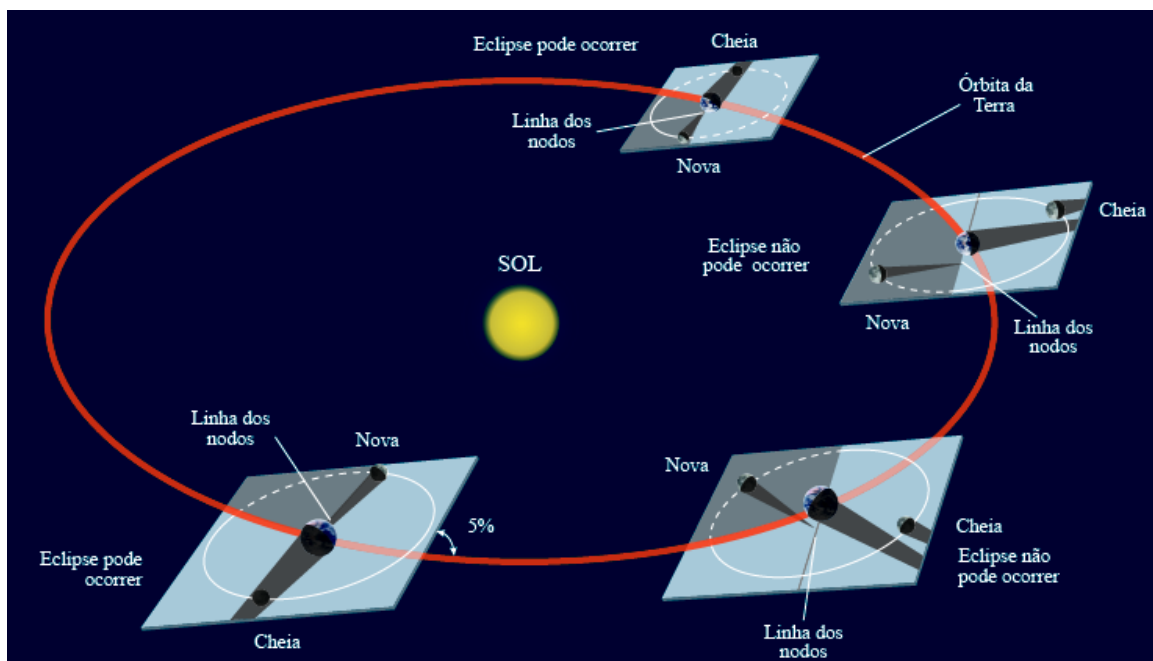


Figura. Condição para ocorrer eclipses.

MAIS ALÉM. Assistir o vídeo “Se a Lua não existisse”, disponível no youtube (https://youtu.be/KzJQH_12kgU), que mostra a origem da Lua (devido a uma colisão com a Terra de um planeta do tamanho de Marte, chamado Theia, 4,5 bilhões de anos atrás) e como a Lua é importante para a vida na Terra. Em particular a Lua estabiliza o eixo de rotação da Terra. Agora a inclinação do eixo terrestre é de 23,5°, mas ele oscila entre cerca de 22° e 25° com um período de 41.000 anos. Sem a Lua, a inclinação do eixo da Terra teria uma enorme variação entre 0° e 85°. Isso causaria enormes extremos de temperatura que tornariam a vida muito mais difícil.

QUESTÃO. Qual a influência da Lua sobre nós? Qual a importância das marés?

Um dos efeitos mais importantes da Lua sobre a vida terrestre se dá através das **marés**, que são o resultado da atração gravitacional da Lua sobre a Terra. Na verdade é um efeito

combinado das atrações gravitacionais da Terra e do Sol, mas pela sua proximidade da Terra, a Lua impacta mais. Quando se fala em maré logo nos lembramos da variação diária do níveis das águas do mar.



Figura. As marés e a variação do nível da água do mar. Maré alta (esquerda) e maré baixa (direita)

O fenômeno das marés foi importante para a evolução da vida na Terra e tem um grande impacto nas regiões costeiras do mundo e em ecossistemas naquelas regiões, como é o caso dos mangues. A intensidade das marés depende de fatores como a latitude do local e o formato da costa. Em alguns casos, as marés avançam sobre a foz de rios e chegam a penetrar bem acima no curso dos rios antes de desaguiarem no mar. O conhecido fenômeno da **poporoça** da Amazônia é um exemplo desse fenômeno.



Figura. Avanço da maré sobre a foz dos rios. Ocorre na pororoca na Amazônia.

QUESTÃO. Qual a causa das marés?

As marés são uma consequência da força gravitacional de um corpo sobre o outro. Elas são forças que atuam em um corpo extenso que esteja sob a ação gravitacional de outro. Então a força gravitacional varia em intensidade e direção dentro do corpo. Como consequência da força gravitacional que a Lua exerce sobre a Terra, os oceanos da Terra vão se deformar e se formam nas águas oceânicas dois bojos, um na direção da Lua e outro no sentido oposto.

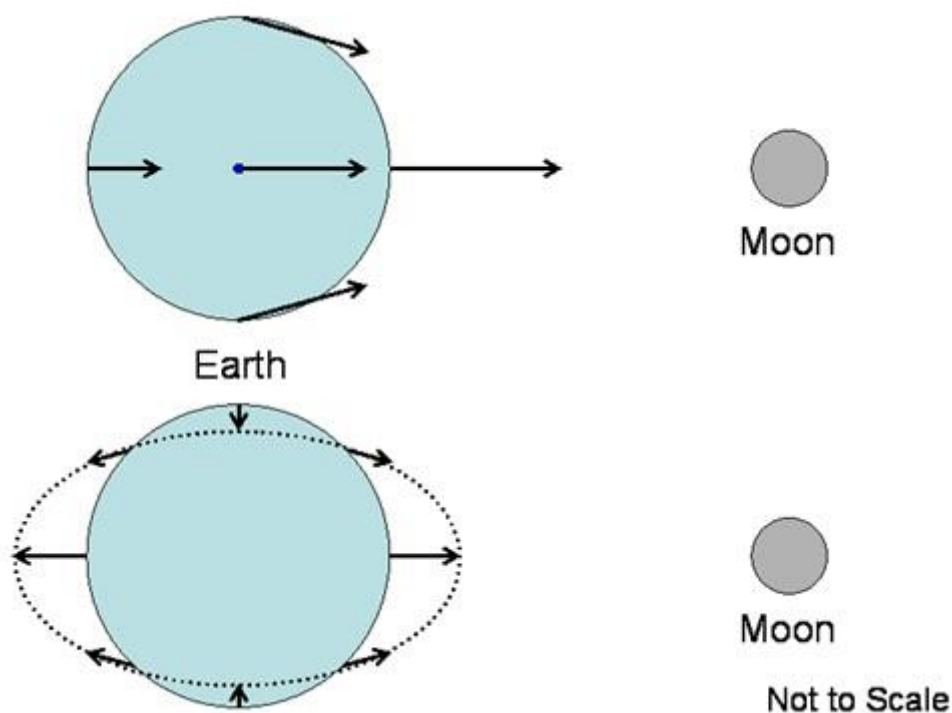


Figura. Força de Maré. É consequência das diferenças da força gravitacional em um corpo extenso. Aqui o exemplo da força de maré da Lua sobre a Terra. Na Terra, vão se formar nas águas oceânicas dois bojos, um na direção da Lua e outro no sentido oposto.

No caso da Terra, o Sol também produz marés sobre a Terra, embora mais fracas do que as da Lua. Nesse caso, os efeitos das duas são combinados. Com os efeitos conjuntos da Lua e do Sol, as marés mais fortes serão a Maré de Sizígia e a Maré de Quadratura. Maré de Sizígia é quando as mares altas devidas à Lua e o Sol estão alinhadas, ou seja, nas fases de lua cheia e lua nova. Nas fase lunares quarto crescente e quarto minguante, as marés altas lunar e solar estão deslocadas de 90° . Então temos a Maré de Quadratura.

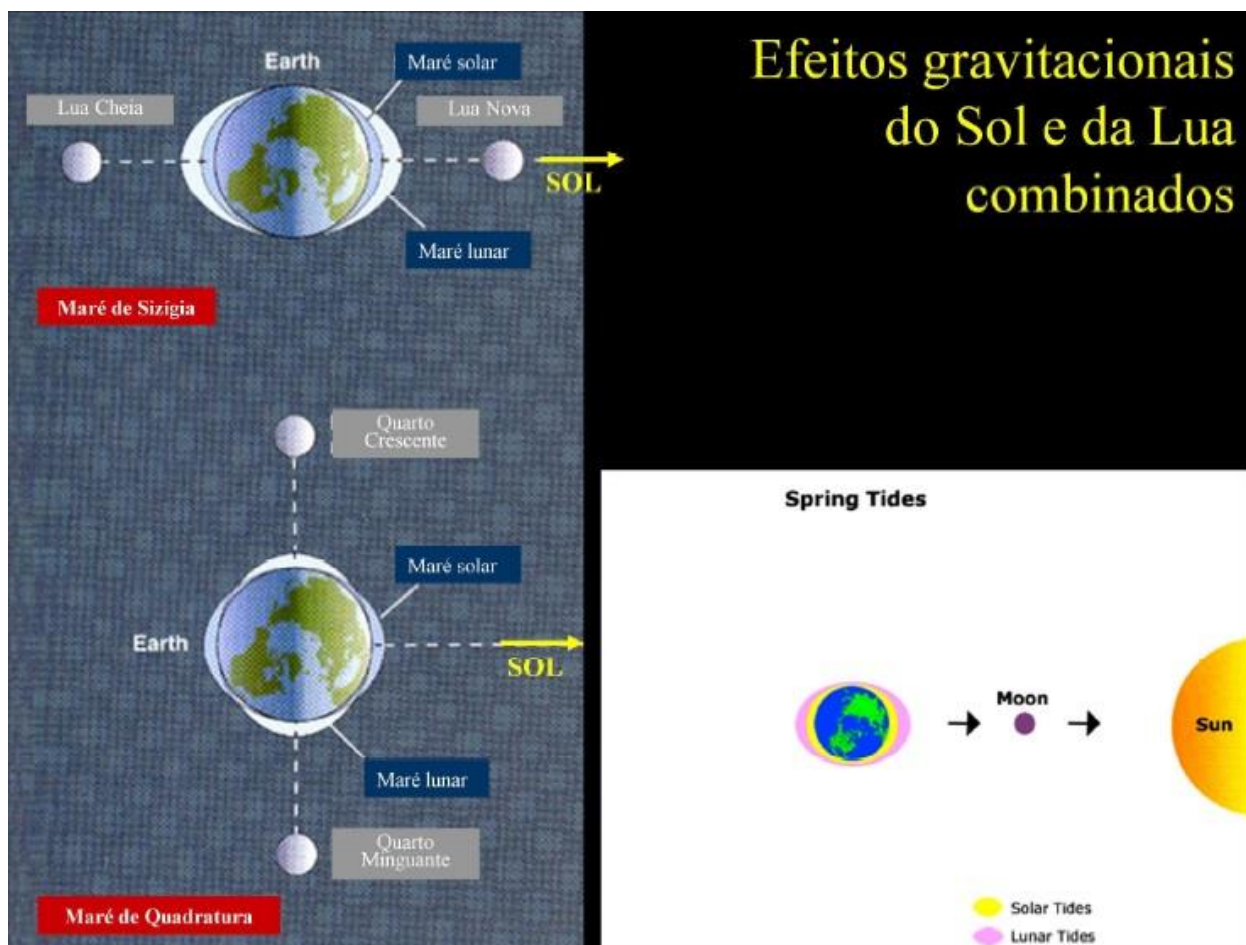


Figura. Maré de Sizígia e a Maré de Quadratura.

QUESTÃO. O que é energia maremotriz?

A energia das marés, apesar de bem menor do que a da radiação solar, pode ser usada para gerar eletricidade. É a **energia maremotriz**, onde a eletricidade gerada pela variação do nível da água do mar provocado pelo fenômeno das marés. Trata-se de uma energia limpa, que não produz resíduos poluentes ao meio ambiente e utiliza uma fonte renovável, que é a água. Contudo, os custos dos equipamentos ainda são altos, e podem haver impactos para os ecossistemas marinhos nas regiões onde são instaladas as usinas maremotrizes.

A energia das marés ainda é pouco aproveitada no Brasil, devido principalmente aos custos muito elevados de instalação. Considerando todo o país, o potencial para a geração de energia que as marés que atingem o litoral brasileiro possuem é de 20 GW. Os locais com maior potencial para usinas maremotrizes são no litoral da região Norte e no extremo norte do Nordeste até o Maranhão. O estuário do rio Bacaranga, localizado na capital maranhense, São Luís, registra marés de até 7 metros de desnível, enquanto que na cidade

de Macapá, com desnível de marés de até 11 metros. No mundo, as duas maiores usinas maremotrizes estão localizadas no Lago Sihwa, na Coreia do Sul, e na Bretanha, na França, produzindo respectivamente, 254 MW e 240 MW de eletricidade.



Figura. A maior usina maremotriz do mundo, no Lago Sihwa, Coreia do Sul.

VOCÊ SABIA? As marés de Júpiter aquecem as suas luas.

Se as forças de maré que a Lua exerce sobre a Terra são importantes, imagina aquelas de um planeta gigante como Júpiter sobre as suas luas. A lua Io, a que é mais perto de Júpiter, está coberta de vulcões e é o local mais vulcânico do Sistema Solar, deixando para trás os seus competidores mais próximos que são a Nova Zelândia e a Islândia na Terra. As marés de Júpiter tensionam tanto o interior de Io que lá mantém um manto de rocha líquida extremamente energético, que produz vulcões que lançam plumas de material vulcânico para o espaço em torno de Júpiter. O material dessas emissões vulcânicas acaba formando um fino anel que circunda Júpiter.



Figura. As luas de Júpiter, em ordem de distância ao planeta: Io, Europa, Ganimedes, Calisto.

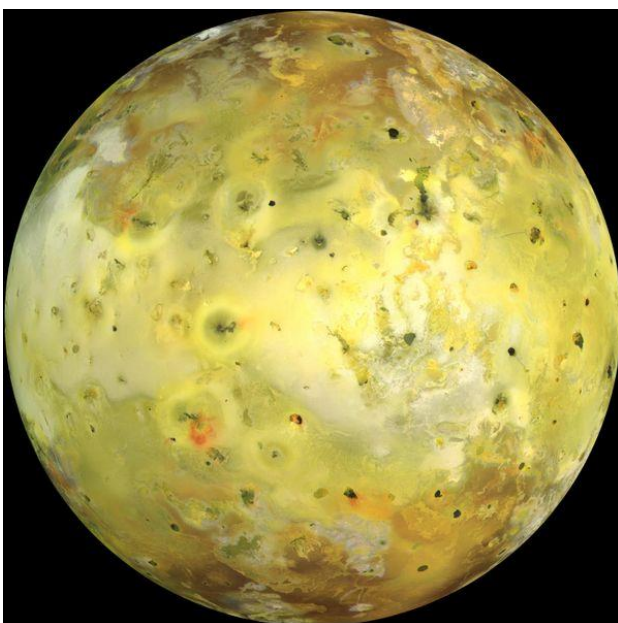


Figura. A lua de Júpiter, Io. É o local mais vulcânico do Sistema Solar.

A segunda lua em distância de Júpiter, Europa, é tremendamente importante para os estudos de Astrobiologia, a ciência que trata da vida no Universo. A superfície de Europa é constituída principalmente por gelo de água com alguma poeira e matéria orgânica. Porém, as forças de maré de Júpiter são tão fortes que aquecem o interior de Io e mantém, debaixo da crosta de gelo, um gigantesco oceano interior de água líquida, com cerca de dez vezes mais água do que todos os oceanos da Terra. Haverá vida no oceano interior de Europa?

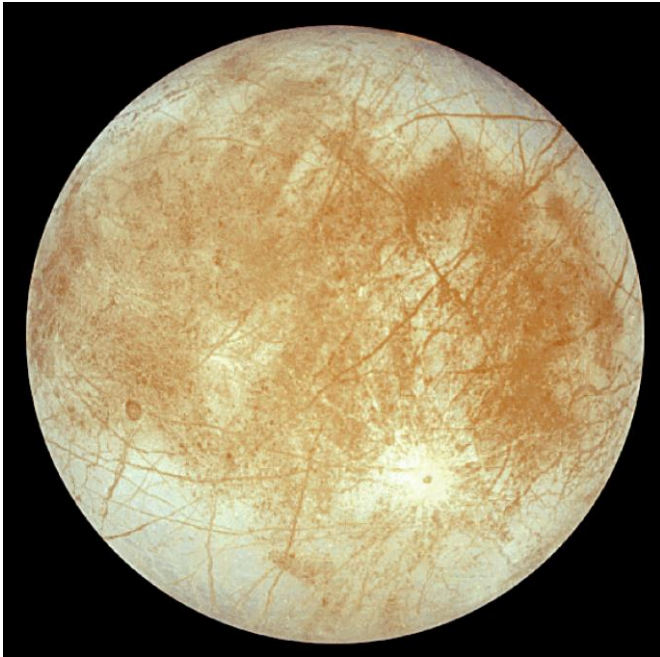


Figura. Europa, lua de Júpiter. Debaixo da crosta de gelo da superfície, ela tem um imenso oceano interior de água líquida.

APÊNDICE 4
SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O 9º ANO
TERRA, UM JARDIM DO COSMOS

TEMA: A evolução do Universo; o Big Bang, o nascimento das estrelas e galáxias, origem dos elementos químicos, a emergência da vida; a natureza especial da Terra

APRESENTAÇÃO: O estudo do Universo como um todo é chamado de Cosmologia, que traça a evolução dos componentes do Universo desde o Big Bang, de como surgem as estrelas, as galáxias, os elementos químicos, os planetas, o nosso Sistema Solar e finalmente a vida. A Astrobiologia tem como foco a vida no Universo e elabora estratégias de busca por vida extraterrestre no Sistema Solar e nos exoplanetas (planetas orbitando outras estrelas além do Sol). O reconhecimento dos extremófilos (formas de vida que prosperam em ambientes antes considerados letais) indicam que a variedade de ambientes cósmicos abrigando a vida pode ser muito maior do que antes se imaginava. A Astrobiologia inclui o estudo da habitabilidade e das origens da vida. É provável que haja muitas biosferas alienígenas, mas a Terra poderia ser uma raridade dentro desse conjunto de mundos por uma série de condições especiais que a tornam um lar privilegiado para a vida complexa.

JUSTIFICATIVA: Uma das questões mais fundamentais da humanidade é se há vida em outros lugares do Universo além da Terra. Sistemas filosóficos e mitológicos têm se ocupado dessas inquietações desde a antiguidade. Em tempos modernos, para buscar responder esta pergunta, a Astronomia se aliou à Cosmologia e à Astrobiologia. O interesse de todos por saber se há vida fora da Terra é um poderoso fator que promove a curiosidade intelectual e a apreciação da ciência. Ao ver o cosmos como um todo, damos conta de quão difícil é surgir a vida e como esta está sujeita a catástrofes cósmicas. Isso nos leva a valorizar a vida de um modo novo. Além disso, a Astrobiologia fortalece a consciência ambiental. A Terra se configura com um verdadeiro jardim no Cosmos, que deve ser cuidado. A saída da humanidade para outros planetas deve levar séculos ou milênios e assim devemos combater os problemas ambientais do nosso planeta com urgência. Porém, a ação humana se expande da Terra para além, e deve ser desenvolvida uma ética ambiental que inclua não só a Terra mas outros mundos onde chegarmos.

PÚBLICO ALVO: 9º ano do Ensino Fundamental

ÁREA DO CONHECIMENTO: Ciências Naturais

COMPONENTES CURRICULARES: Astronomia, Ciências Naturais, Matemática, Geografia, História, Língua Portuguesa.

NÚMERO DE AULAS: 6

RECURSOS: painel descrevendo a evolução do Universo (Mural do Big Bang); modelo em tapete do Sistema Solar (Tapete dos Planetas); modelos de planetas, estrelas e da Galáxia; maquetes de satélites artificiais, de naves espaciais e de estações espaciais; calculadora; apps *Stellarium*, *ISS Live Now*, *Climatempo*; consulta a sites e mídia impressa com informações confiáveis, em português e inglês: institutos de pesquisa científica; instituições de ensino; revistas e jornais consagrados; ONGs amplamente reconhecidas.

DE OLHO NA BNCC

CIÊNCIAS – 9º ANO

UNIDADE TEMÁTICA: Terra e Universo

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo

HABILIDADES

(EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).

UNIDADE TEMÁTICA: Matéria e energia

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Aspectos quantitativos das transformações químicas

Estrutura da matéria

Características da radiação eletromagnética e aplicações na saúde

(EF09CI01) Explicar estados físicos da matéria e suas transformações com base em modelo de constituição submicroscópica.

(EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.

(EF09CI03) Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.

(EF09CI04) Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz são formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada à cor da luz que o ilumina.

(EF09CI05) Reconhecer e explicar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.

(EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações éticas dessas aplicações.

(EF09CI07) Discutir e avaliar o papel do avanço tecnológico na aplicação da radiação eletromagnética no diagnóstico (raio x, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a laser etc.).

MATEMÁTICA – 9º ANO

UNIDADE TEMÁTICA: Números

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Números reais: notação científica e problemas

HABILIDADES

(EF09MA04) Resolver e elaborar problemas com números reais, inclusive em notação científica, envolvendo diferentes operações.

UNIDADE TEMÁTICA: Grandezas e medidas

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Unidades de medida para medir distâncias muito grandes e muito pequenas

Unidades de medida utilizadas na informática

HABILIDADES

(EF09MA17) Reconhecer e empregar unidades usadas para expressar medidas muito grandes ou muito pequenas, tais como distância entre planetas e sistemas solares, tamanho de vírus ou de células, capacidade de armazenamento de computadores, entre outros.

CIÊNCIAS – 7º ANO

UNIDADE TEMÁTICA: Terra e Universo

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Efeito estufa

Composição do ar

Camada de ozônio

HABILIDADES

(EF07CI12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.

(EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.

GEOGRAFIA – 2º ANO

UNIDADES TEMÁTICAS: Natureza, ambientes e qualidade de vida

OBJETOS DE CONHECIMENTO: Os usos dos recursos naturais: solo e água no campo e na cidade

HABILIDADES

(EF02GE11) Reconhecer a importância do solo e da água para a vida, identificando seus diferentes usos (plantação e extração de materiais, entre outras possibilidades) e os impactos desses usos no cotidiano da cidade e do campo

LÍNGUA PORTUGUESA – 6º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Estratégias de leitura

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Recuperação da intertextualidade e estabelecimento de relações entre textos

HABILIDADES

(EF06LP18) Analisar informações sobre um mesmo fato veiculadas em diferentes mídias e justificar sobre o que é mais confiável.

(EF06LP19) Analisar diferentes formas de tratar uma informação na comparação de textos que tratam do mesmo tema, em função das condições em que foi produzido e daquelas em que será recebido.

LÍNGUA PORTUGUESA – 1º a 5º ANO

PRÁTICA DE LINGUAGEM - Produção de texto

HABILIDADES

(EF15LP02) Estabelecer expectativas em relação ao texto que vai ler (pressuposições antecipadoras dos sentidos, da forma e da função social do texto), apoiando-se em seus

conhecimentos prévios sobre as condições de produção e recepção desse texto, o gênero, o suporte e o universo temático, bem como sobre saliências textuais, recursos gráficos, imagens, dados da própria obra (índice, prefácio etc.), confirmando antecipações e inferências realizadas antes e durante a leitura de textos, checando a adequação das hipóteses realizadas.

LÍNGUA PORTUGUESA – 3º a 5º ANO

PRÁTICA DE LINGUAGEM - Produção de texto

HABILIDADES

(EF35LP09) Organizar o texto em unidades de sentido, dividindo-o em parágrafos segundo as normas gráficas e de acordo com as características do gênero textual.

LÍNGUA INGLESA – 6º ANO

UNIDADE TEMÁTICA - Estratégias de leitura

OBJETOS DE CONHECIMENTO

Compreensão geral e específica: leitura rápida (*skimming, scanning*)

HABILIDADES

(EF06LI08) Identificar o assunto de um texto, reconhecendo sua organização textual e palavras cognatas.

(EF06LI09) Localizar informações específicas em texto.

PLANO DE AÇÃO

1. Situação motivadora

Estamos provocando várias catástrofes ambientais no nosso planeta. Se o meio ambiente da Terra ficar inviável para a vida humana, será que conseguiremos colonizar outro planeta? Será que vamos repetir lá os erros que cometemos na Terra. E, se houver uma vida extraterrestre, será que vamos extingui-la ou ela levar à nossa extinção?

2. Objetivo geral

Trabalhar as competências e habilidades da BNCC em consonância com o Currículo de Pernambuco - CPE - promovendo a transdisciplinaridade de maneira

verticalizada e a transversalidade de modo horizontalizado, permitindo que o processo de ensino e aprendizagem torne-se mais dinâmico e integrador dos vários saberes sedimentados na escola para o sexto ano.

3. Objetivos específicos

Formar um panorama dos vários componentes do Universo: Sistema Solar e seus corpos – o Sol, planetas, satélites naturais, planetas anões, asteróides, cometas, meteoroides, meteoros e meteoritos, as estrelas e aglomerados estelares, a Galáxia, as galáxias e seus tipos, aglomerados de galáxias, super-aglomerados, a expansão do Universo.

Fornecer o “endereço cósmico” da Terra dentro do Universo, levando em conta seus componentes, com especial ênfase à nossa posição no Sistema Solar e na Galáxia.

Abordar o tema das origens: o Big Bang, os elementos químicos, as estrelas, o Sistema Solar, a vida.

Verificar como a exploração espacial e os avanços mais recentes da astronomia e biologia deram um enorme impulso à Astrobiologia e tornaram mais concreta a busca por vida fora da Terra: diversidade de ambientes nos planetas e satélites naturais do Sistema Solar; a presença da água e substâncias orgânicas em muitos locais do Universo; o reconhecimento dos extremófilos; a descoberta dos exoplanetas.

Reconhecer como a Astrobiologia ao mesmo tempo que abre a possibilidade de uma multiplicidade de mundos com vida, sugere que, dentro desse contexto, a Terra seria um caso muito raro de imensa biodiversidade.

Aproveitar a poder de transversalidade e transdisciplinaridade da Cosmologia e a Astrobiologia para que mesmo conteúdo didático possa ser ensinado e aprendido por diferentes saberes (disciplinas) dentro de uma mesma unidade escolar.

A partir da perspectiva do caráter precioso e raro da biosfera terrestre, estimular nos estudantes uma consciência ambiental que incluía não só uma ética de Gaia, a Terra, mas também uma ética do Cosmos

Colocando a sustentabilidade dentro do contexto cósmico oferecido pela astrobiologia, gerar produtos cobrindo uma ampla gama de ODSs: ODS 2 (FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL); ODS 6 (ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO); ODS 7 (ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL); ODS 12 (CONSUMO E PRODUÇÃO

RESPONSÁVEIS); ODS 13 (AÇÃO CONTRA A MUDANÇA CLIMÁTICA GLOBAL); ODS 14 (VIDA NA ÁGUA); ODS 15 (VIDA TERRESTRE)

4. Conteúdo

CIÊNCIAS NATURAIS: Big Bang; origem dos elementos químicos; estrutura atômica dos elementos químicos; moléculas; componentes do Universo – o Sol, planetas, satélites naturais, planetas anões, asteróides, cometas, meteoroides, meteoros e meteoritos, as estrelas e aglomerados estelares, a Galáxia, as galáxias e seus tipos, aglomerados de galáxias, super-aglomerados, a expansão do Universo; extremófilos; exoplanetas; água e substâncias orgânicas no Universo; zona habitável; possibilidade de vida no Sistema Solar e em exoplanetas; teorias sobre origens da vida; fatores que favorecem a vida terrestre – efeito estufa, surgimento do oxigênio livre, camada de ozônio; ação humana na vida e além.

GEOGRAFIA: caracterização geográfica de e satélites naturais do sistema solar; paisagens alienígenas.

HISTÓRIA: Linha do tempo da exploração espacial. A era das ideologias (ver a Era das Revoluções, de Eric Hobsbawm) – a Corrida Espacial na época da Guerra Fria: do Sputnik à chegada do homem na Lua. A (atual) era do empreendedorismo – a exploração comercial do espaço: Elon Musk (Space-X); Jeff Bezos (Blue Origin); Larry Page (Planetary Resources). Consultar os sites dessas empresas e determinar a sua ideologia.

MATEMÁTICA: notação científica para exprimir grandezas astronômicas – distância raio, massa, distância, luminosidade; unidades de medida de distância astronômicas – unidade astronômica, ano luz.

LÍNGUA PORTUGUESA E INGLESA: Leitura, produção oral e escrita de gêneros textuais de ampla circulação em suportes do gênero do discurso científico e/ou jornalismo impresso e/ou digitais.

5. Recursos didáticos

Mural do Big Bang; Tapete dos Planetas; modelos de planetas, estrelas e da Galáxia; maquetes de satélites artificiais, de naves espaciais e de estações espaciais; calculadora; apps *Stellarium*, *ISS Live Now*, *Google Maps*, *Google Earth*, *Climatempo*; consulta a sites e mídia impressa com informações confiáveis, em português e inglês: institutos de

pesquisa científica; instituições de ensino; revistas e jornais consagrados; ONGs amplamente reconhecidas

6. Produtos pedagógicos

Como resultado da aplicação dessa SD poderá haver a construção de alguns produtos didáticos. Algumas sugestões são:

O *Mural do Big Bang*, onde a cada um desses eventos é apresentado numa escala de tempo, formando um mural a ser estendido em uma parede. Representar nele os vários componentes do Universo: Sistema Solar com seus componentes – o Sol, planetas, satélites naturais, planetas anões, asteróides, cometas, meteoroides, meteoros e meteoritos, as estrelas e aglomerados estelares, a Galáxia, as galáxias e seus tipos, aglomerados de galáxias, super-aglomerados, a expansão do Universo.

O *Tapete dos Planetas*. Ele que pode ser estendido num corredor da escola. Apresenta as escalas:

Diâmetro dos planetas 1mm=1000 km; distância dos planetas ao Sol: 1mm=1.000.000 km= 1 milhão de km.

Assim, a distância de Mercúrio (planeta mais próximo do Sol) ao Sol seria 5,1 cm e de Netuno (planeta mais distante do Sol) ao Sol 4,5 m, e o diâmetro de Mercúrio (menor planeta) 5 mm, e o de Júpiter (maior planeta), 14 cm. Tais escalas são facilmente realizáveis no tamanho de uma sala de aula e com materiais comuns (de cabeças de alfinete de marcação e bolinhas de isopor).

O modelo *A Galáxia –nosso lar cósmico*. É um modelo da Galáxia que pode ser uma maquete colocada em uma mesa ou um painel pendurado na parede, onde se representa a Galáxia com suas estruturas –disco, braços, bojo, núcleo e, se possível o halo. Indicar a posição do Sol na Galáxia. Mostrar a importância da Galáxia para vida através da formação estelar, da presença de moléculas orgânicas e da existência de planetas de tipo terrestre. Assinalar também ameaças à vida, como supernovas e atividade violenta do núcleo da Galáxia. Discutir a *zona de habitabilidade galáctica*, que consiste daqueles pontos do disco da Galáxia nem tão próximos do centro da Galáxia que supernovas e atividade do núcleo possa aniquilar a vida e nem tão distantes que o ambiente se torne estéril devido à baixa concentração de elementos biogênicos e a raridade de planetas rochosos.

6. Dinâmica

AULA Nº 01 / 02

DE ONDE VIEMOS?

Essa dupla de aulas parte de uma das grandes questões filosóficas: “De onde viemos?” Assim, vamos bordar o tema das origens: o Big Bang, a origem dos elementos químicos, as primeiras estrelas, a formação das galáxias; a formação do Sistema Solar; o surgimento da vida na Terra; o aparecimento da humanidade.

QUESTÃO. Vocês já ouviram falar do Big Bang?

PROFESSOR, PROFESSORA. Coloque a questão “De onde viemos?”, e anote as respostas. Pela experiência anterior de vários professores, as respostas vão se referir majoritariamente à Bíblia e ao Big Bang. Aproveite esta questão para sondar a noção que os estudantes têm do Big Bang.

Teoria do Big Bang

No Universo, vemos galáxias, estrelas, planetas, satélites naturais, poeira e gás. Uma das grandes áreas do conhecimento é a cosmologia, que estuda como evolui o Universo. Para compreender a evolução do Universo, os astrônomos estudam não só os astros, mas também os elementos químicos e as interações de radiação e matéria.

Prevalencia a ideia, desde a Antiguidade, que o Universo era estático, ou que sempre teve a mesma aparência. Uma extraordinária descoberta da ciência moderna é que o Universo está em expansão. Se ele está em expansão, ele deve ter uma origem, um instante zero onde começou a expansão. Este instante zero é chamado pela cosmologia moderna de singularidade. A partir de várias observações astronômicas, calculou-se que a idade do Universo é cerca de 13,7 bilhões de anos.

PROFESSOR, PROFESSORA. A cosmologia, é um assunto sobre o qual acumulam conceitos equivocados frequentemente presentes em livros escolares. Em particular, o início do Universo não é um ponto, mas um *estado*, a singularidade. Se referir a um ponto, pode levar a erros, como dizer que a origem do Universo é em um ponto.

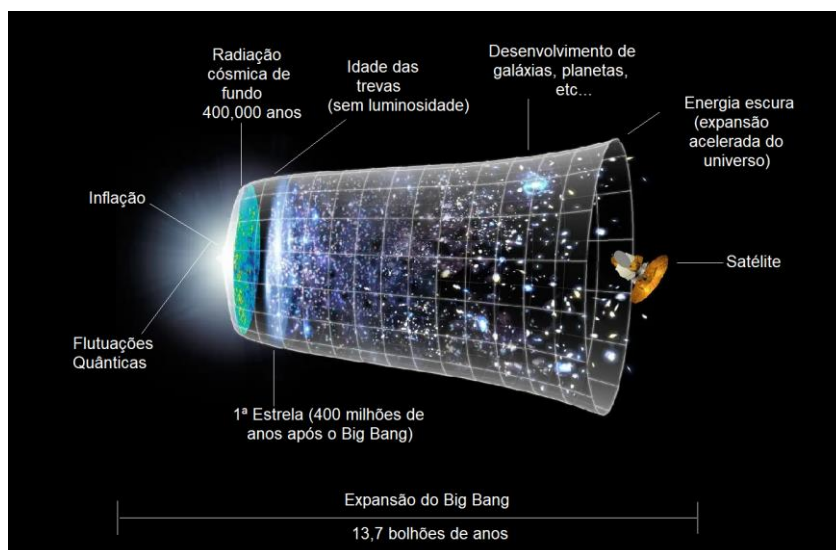


Figura. Evolução do Universo segundo a teoria do Big Bang. O Universo passa por diferentes fases durante sua evolução.

Como o Universo está em expansão, se olharmos para o passado, o Universo estava cada vez mais denso. No início, de acordo com a teoria do Big Bang, toda matéria e energia do Universo estavam concentradas em um estado de densidade tendendo a infinito, a *singularidade*. A origem do Universo, por volta de 13,7 bilhões de anos atrás, é marcado pelo início de sua expansão a partir desse instante, o Big Bang. Após este evento, a matéria começou a se organizar, dando origem a tudo o que existe. Os principais fatos que a teoria do Big Bang busca explicar são a expansão do Universo, a origem dos elementos químicos e a radiação cósmica de fundo

A expansão do Universo foi descoberta pelos astrônomos estadunidenses Edwin Hubble (1889-1953) e Milton Humason (1891-1972) em 1929. Eles verificaram que as galáxias estavam se afastando de nós com a velocidade de proporcional a sua distância, segundo a relação $v=H_0D$, que veio a ser conhecida como a lei de Hubble (onde v é a velocidade, D é a distância e H_0 é a constante de Hubble). A Lei de Hubble implicava a expansão de todo o espaço.

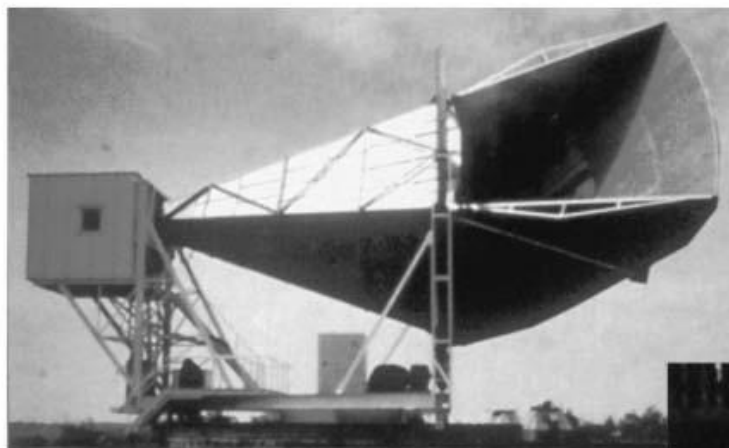


Figura. Milton Humason (à esquerda) e Edwin Hubble (à direita), os descobridores da expansão do Universo.

Devemos a teoria do Big Bang ao físico ucraniano George Gamow (1904-1968) e ao físico estadunidense Ralph Alpher (1921-2007). Em 1948, eles propuseram que o Universo primitivo era tão quente e denso que ocorriam fusões nucleares que seriam a origem dos elementos químicos. Posteriormente, verificou-se que esse processo primordial só daria conta de elementos leves, até o Lítio, e que os demais elementos teriam que ser produzidos principalmente em estrelas. Gamow e Alpher, contudo, fizeram uma previsão extraordinária: o Big Bang deixaria uma emissão em rádio permeando o Universo atual, a radiação cósmica de fundo.

Em 1964, o astrofísico alemão Arno Allan Penzias (1933-) e o astrônomo estadunidense Robert Woodrow Wilson (1936-) notaram um ruído em seus estudos com ondas de rádio. Eles tentaram eliminá-lo, reposicionando a antena que utilizavam ou retirando possíveis interferências. Porém, não obtiveram sucesso. Após vários testes, eles perceberam que sempre existia um pequeno ruído em todas as direções do espaço.

Na mesma época, o astrofísico estadunidense Robert Henry Dicke (1916-1997), o astrofísico canadense Phillip James Edwin Peebles (1935-) e o astrofísico britânico David Todd Wilkinson (1935-2002) procuravam detectar a radiação cósmica de fundo prevista por Gamow e Alpher. Verificou-se então que o ruído detectado por Penzias e Wilson era, na verdade, a radiação cósmica de fundo.

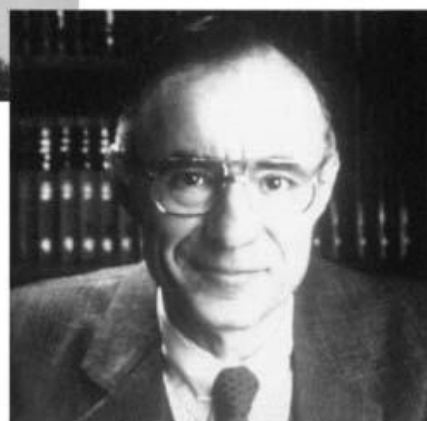


Microwave Receiver



MAP990045

Robert Wilson



Arno Penzias

Figura. Arno A. Penzias, Robert W. Wilson e a antena com a qual detectaram a radiação cósmica de fundo.

Em 1998, ocorre mais uma descoberta surpreendente em cosmologia: o universo não só está em expansão, mas também em expansão acelerada. Essa aceleração seria impulsionada pela energia escura, que se manifesta como uma força repulsiva universal. Se houvesse só matéria, que possui atração gravitacional, ela funciona como uma espécie de freio e a expansão seria desacelerada.

Aliás, outra grande surpresa da ciência moderna é que a matéria comum, constituída por átomos, da qual são feitos os astros, é apenas cerca de 5% do total do Universo. O restante está em forma invisível: cerca de 25% em matéria escura, que atrai matéria como a matéria comum mas não é composta por átomos, e cerca de 70% em energia escura, de natureza repulsiva. Assim, temos a seguinte “receita” do Universo:

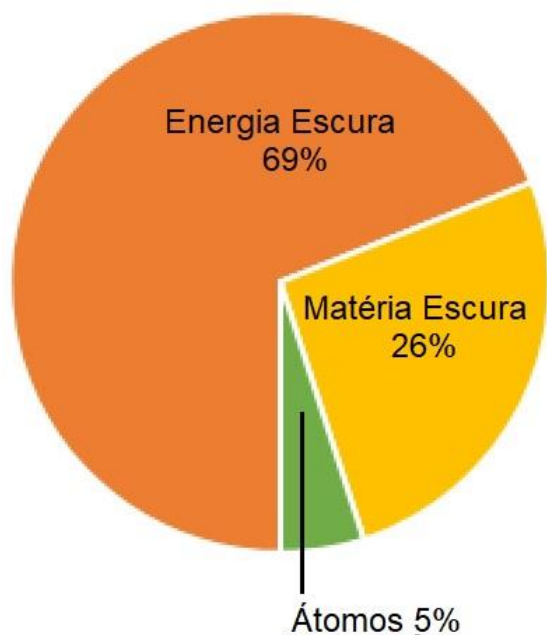


Figura. A “receita” do Universo. (PLANCK COLLABORATION, 2020. Planck 2018 results VI. Cosmological parameters. *Astronomy & Astrophysics*, 641, A6)

INTERTEXTUALIDADE

ECOS

Eduardo Galeano

Soava como o zumbido dos mosquitos no verão, mas não era verão. Naquela noite de 1964, Arno Penzias e Robert Wilson não conseguiam trabalhar tranqüilos. De uma montanha de Nova Jersey, os dois astrônomos tratavam de medir as ondas emitidas por alguma galáxia, mas a antena captava um zumbido que não os deixava em paz. O zumbido atormentava os ouvidos, como ocorre quando as fêmeas dos mosquitos, famintas, enlouquecidas pelo calor, chamam os seus machos e acoçam as pessoas. Depois, soube-se. Por incrível que possa parecer, o zumbido era o eco da tremenda explosão que havia dado origem ao universo, há quinze bilhões de anos, um dia mais, um dia menos. Aquela vibração da antena não vinha das fêmeas dos mosquitos, mas de um estouro que havia fundado o tempo e o espaço e os astros e o resto. E talvez, quem sabe, digo eu, supondo, o eco ainda estivesse ali, ressoando, zumbindo no ar, porque queria ser escutado por nós, terrestres peçoínhas, que no fim das contas também somos ecos daquele remoto pranto do universo recém nascido.

O poema “Ecos”, do grande escritor uruguaio Eduardo Galeano (1950-2015), celebra a ciência e seu valor na construção de nossa imagem de mundo.

AULA Nº 03 / 04

ESTAMOS SÓS?

Uma das mais fascinantes questões que a humanidade coloca é se há vida em outros planetas. Essa aula aborda isso.

Objetivos:

- Abordar os recentes desenvolvimentos da Astrobiologia: diversidade de ambientes nos planetas e satélites naturais do Sistema Solar; a presença da água e substâncias orgânicas em muitos locais do Universo; o reconhecimento dos extremófilos; a descoberta dos exoplanetas.
- Esclarecer aos alunos que embora a água seja a terceira molécula mais abundante do Universo, a água líquida é bem mais rara. Definir zona de habitabilidade estelar (ou do Sistema Solar), aquela faixa de distâncias separando o planeta da estrela do sistema planetário (o Sol, no nosso caso), onde a água pode estar no estado líquido.

Tomar como ponto de partida o texto *Terra, Planeta Água?*.

Terra, Planeta Água?

Água é a terceira molécula mais abundante do Universo, mas a maior parte da água está na forma de gelo, porque o espaço em geral é muito frio, exceto na proximidade de estrelas. Já água no estado líquido é rara. Na Terra, ela se encontra nos três estados, sólido (gelo, neve), líquido (oceanos, água doce) e gasoso (atmosfera). No Sistema Solar, a Terra é o único planeta que tem água líquida em abundância na sua superfície. Isso acontece porque a Terra, tem uma temperatura amena na sua superfície, nem quente nem fria demais. Vênus sempre foi muito quente ao longo de toda a história do Sistema Solar (uns 4,5 bilhões de anos). Marte foi em geral muito frio exceto no seu primeiro bilhão de anos de existência, quando tinha tanto CO₂. Isso provocava um imenso efeito estufa que elevava a temperatura o suficiente para ter água líquida. A Terra sempre teve a

temperatura ideal exceto talvez em 2 episódios de Terra Bola de Neve há mais de 500 milhões de anos atrás, quando toda a Terra foi coberta por gelo.

A Terra está na chamada *Zona da Cachinhos Dourados*, ou *Zona Habitável*. O nome “Zona da Cachinhos Dourados” é uma referência à Cachinhos Dourados, uma personagem de um conto de fadas. A Cachinhos Dourados é uma menina loirinha que está perdida no meio de uma floresta e acha a casa da Família Urso. Ela entra e numa mesa lá dentro tem três tigelas de mingau. Uma, grandona, está quente demais, é do Papai Urso, e ela não come porque queima a língua. A segunda, menor, é da Mamãe Urso, mas está muito fria, e a Cachinhos Dourados deixa de lado. A terceira, pequeninha, é do Bebê Urso, e está na temperatura certa, e então ela come o mingau. A Zona Habitável é aquela zona com as distâncias certas ao Sol para que a temperatura seja a “certa” para haver água no estado líquido na superfície do planeta. Na Zona Habitável, as distâncias do planeta ao Sol não são nem tão pequenas que o Sol seja tão forte que toda água do planeta ferva, e nem tão grandes que o Sol seja tão fraco que toda água congele. Internamente à Zona Habitável, o planeta está muito perto do Sol, que aquece demais a superfície e a água só existe como vapor. Para fora da Zona Habitável, a distância do Sol é tão grande que a insolação é fraca demais e, mesmo com o efeito estufa, a temperatura fica tão baixa que toda água está na forma de gelo.

Fonte: FRIAÇA, A.C.S. Follow the Water 1. AGA0316 - A Vida no Contexto Cósmico.

Notas de Aula. 2022. Disponível em:

http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/aga0316_notas/07aga0316_agua_1.pdf

Zona Habitável

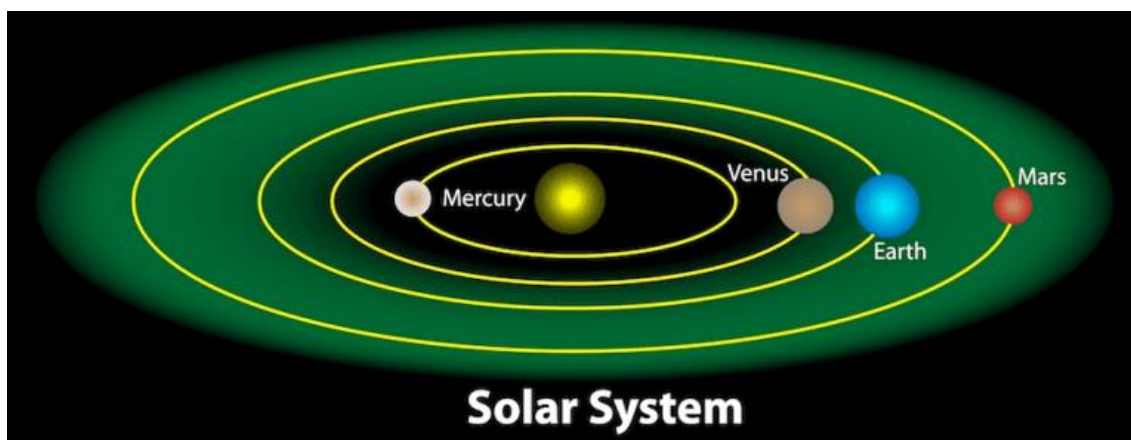


Figura. Zona Habitável do Sistema Solar. A Zona Habitável (indicada em verde) é a zona com temperaturas amenas onde a água pode estar no estado líquido.

A *Zona Habitável* do Sistema Solar é a zona com temperaturas amenas onde a água pode estar no estado líquido. Se o planeta está muito perto do Sol, é muito aquecido e a água só está no estado gasoso. Se está muito longe, o planeta é frio demais e a água está na forma de gelo. A vida como conhecemos precisa de vida no estado líquido. No Sistema Solar, Vênus está fora da zona de habitabilidade, para dentro, a Terra está no meio dela e Marte na borda exterior.

A vida exige temperaturas nem muito frias nem muito quentes

Em torno de outras estrelas, define-se uma *Zona Habitável Estelar*. Se a estrela for muito, luminosa, a zona habitável fica mais afastada da estrela; se for mais fraca, a zona habitável fica mais afastada.

A vida exige bilhões de anos para a sua evolução

Além disso a vida exige tempos de bilhões de anos para a sua evolução, e estrelas mais luminosas têm massas maiores, temperaturas mais altas e tempos de vida mais curtos. Para se ter uma ideia, o tempo de vida do Sol é cerca de 11 bilhões de anos. (Ele tem uma idade de uns 4,6 bilhões de anos, então temos muito tempo pela frente!). Uma estrela com cerca de duas vezes a massa do Sol tem um tempo de vida de 1 bilhão de anos. Assim, em estrelas muito grandes, a vida não teve tempo de evoluir. Se formos procurar vida em planetas em torno de outras estrelas, ela têm que ter no máximo duas vezes a massa do Sol

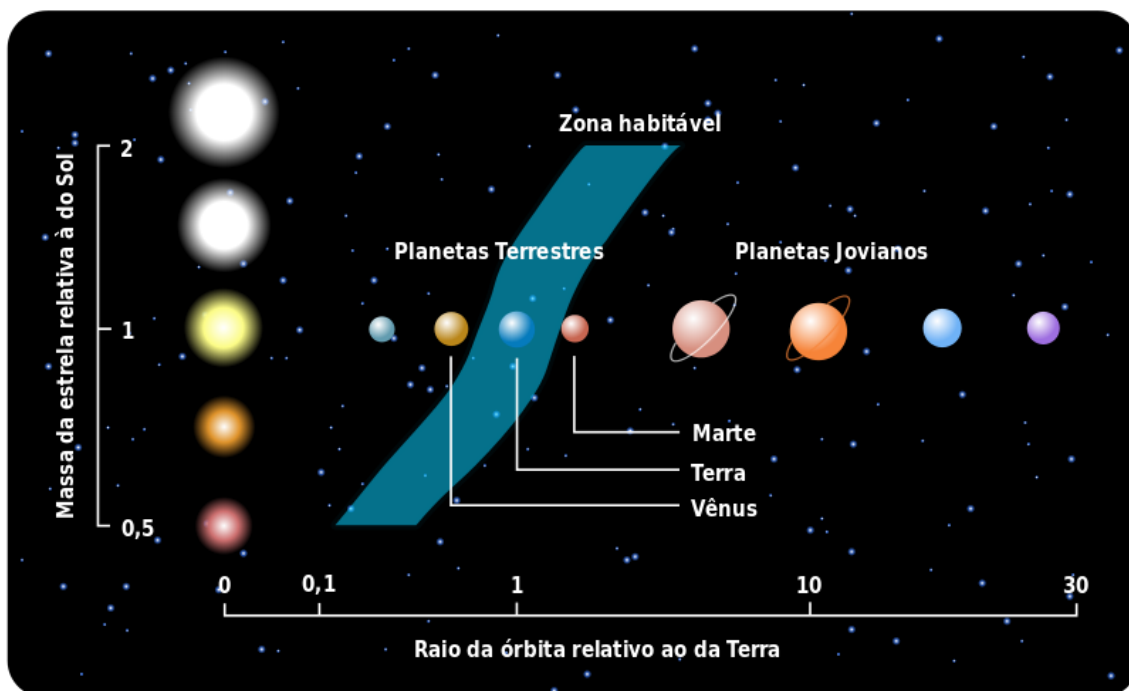


Figura. Zona Habitável Estelar.

Condições para a vida

As exigências básicas para a vida, segundo Chyba e Hand (1995), são:

- Um biossolvente (em geral a água líquida)
- Elementos biogênicos (carbono, nitrogênio etc.)
- Fonte de Energia Livre (o Sol no nosso caso)

Qualquer busca por vida extraterrestre deve levar em conta essas condições. Além disso, essa busca deve incluir os possivelmente bilhões de planetas em torno de outras estrelas da nossa Galáxia e não apenas os corpos do Sistema Solar. A Astrobiologia é o ramo da Astronomia que se dedica à busca de vida extraterrestre. Ela permaneceu muito especulativa até o final do século 20, mas então aconteceram quatro avanços tanto da astronomia como da biologia que contribuíram para a consolidação da Astrobiologia:

- Reconhecimento dos extremófilos
- Identificação de sinais de água líquida no Sistema Solar, graças à exploração espacial.
- Percepção de que o carbono orgânico é abundante no Universo, devido a observações no infravermelho e no rádio.

- Descoberta dos exoplanetas.

O QUE É ISSO? EXTREMÓFILOS? EXOPLANETAS?

Extremófilos

Extremófilos são formas de vida que vivem em condições que antes eram consideradas letais para os seres vivos. São principalmente micróbios, bactérias ou arqueias, mas também incluem os tardígrados (animais microscópicos de oito patas com tamanho entre 0,05 mm a 1,25 mm, e extremamente resistentes). Assim, o número de ambientes onde a vida poderia existir foi ampliado enormemente. Algumas características dos extremófilos:

- Temperatura: $-15^{\circ}\text{C} < T < 230^{\circ}\text{C}$
- $0 < \text{pH} < 12$
- $0 < \text{Pressão} < 1200 \text{ atm}$
- O metabolismo não é necessariamente baseado em oxigênio
- 20-40 milhões anos de dormência no gelo
- anos e meio no espaço, a -250°C , sem nutrientes, água e exposto à radiação

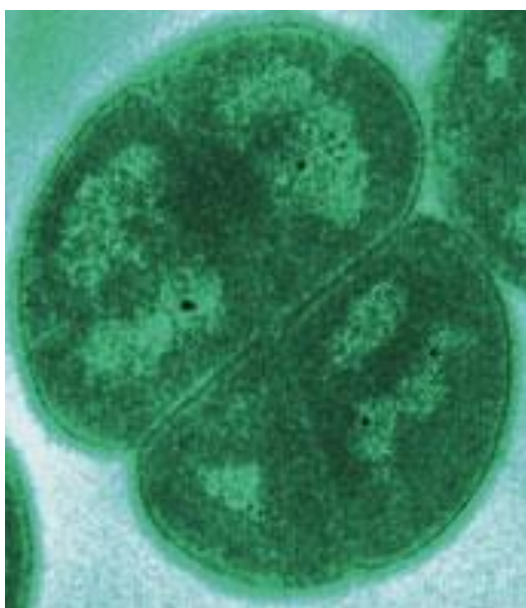


Figura. Um Extremófilo padrão. *Deinococcus radiodurans*, que prospera com 5 000 Gy, enquanto que 10 Gy mata o ser humano, 60 Gy a Escherichia Coli (Gy, ou Grey, é uma medida de dose de radiação)

Exoplanetas

Durante muito tempo se procurou por planetas em torno outras estrelas. Isso é extremamente importante, pois há bilhões de estrelas que podem ter planetas semelhantes à Terra só na nossa Galáxia. Porém foi somente em 1995 que se descobriu um planeta em torno de uma estrela da Sequência Principal. Os autores da descoberta foram agraciados com o metade do Prêmio Nobel de Física de 2019 (a outra metade do Prêmio foi concedida a James Peebles, já mencionado na aula 01/02, por suas contribuições à cosmologia).



Figura. Esquerda: Michel Mayor, líder da equipe que descobriu o primeiro exoplaneta em torno de uma estrela do tipo solar, 51 Pegasi b. Direita: o Telescópio de 1,93m do Observatoire de Haute-Provence, França, que foi usado na descoberta.

NOTÍCIA

Para discutir o tema dos exoplanetas, utilizar a notícia científica de que metade do Prêmio Nobel de Física de 2019 foi concedido a Michel Mayor e Didier Queloz éla descoberta do primeiro exoplaneta em torno de uma estrela da Sequência Principal.

Trio leva Nobel de Física de 2019 por pesquisas sobre origem do Universo e descoberta de planeta

Canadense-americano James Peebles desenvolveu teoria que baseia compreensão atual da história do cosmos. Os suíços Michel Mayor e Didier Queloz encontraram, em 1995, primeiro planeta que orbita uma estrela semelhante ao Sol fora do Sistema Solar.

Por Lara Pinheiro, G1

08/10/2019 06h53 Atualizado há uma semana

QUESTÃO. DO QUE SOMOS FEITOS?

PROFESSOR, PROFESSORA. Peça aos alunos que examinem a seguinte tabela e verifiquem se a composição do corpo humano é mais próxima do Cosmos ou da crosta terrestre.

Tabela. Proporção de elementos no corpo humano, na Terra e no Cosmos.

Relative abundances of chemical elements (O=100) The abundances are in number (decreasing order) Sources: Lehninger 2000 (human body and Earth crust abundances); Asplund, Grevesse & Sauval 2004 (C, N, and O are solar photospheric values; the other elements are solar system meteoritic values)		
Human Body	Earth Crust	Cosmic
H 247	O 100	H 21 900
O 100	Si 59.6	O 100
C 37.3	Al 16.8	C 53.7
N 5.49	Fe 9.6	N 13.2
Ca 1.22	Ca 7.5	Mg 7.41
P 0.86	Na 5.3	Si 7.10
Cl 0.31	K 5.3	Fe 6.17
K 0.24	Mg 4.7	S 3.16
S 0.20	Ti 1.1	Al 0.58
Na 0.12	H 0.4	Ca 0.43
Mg 0.04	C 0.4	Na 0.41

Na Tabela, a proporção nos elementos é em número de átomos. Se tomou o número de átomos do elemento oxigênio (O) como um padrão Os alunos deverão notar que a

sequência dos quatro elementos mais abundantes do corpo humano é a mesma do que a do cosmos: H (hidrogênio), O (oxigênio), C (carbono) e N (nitrogênio). Isso é inteiramente diferente da mesma sequência para a crosta terrestre: O (oxigênio), Si (Silício), Al (Alumínio) e Fe (Ferro). Aproveite para informar os alunos que 97% da composição dos nossos corpos vêm da hidrosfera e atmosfera e apenas 3% da crosta terrestre.

CHON

Em conformidade com a proporção de elementos que aparece nos corpos humanos e na vida, se fala em CHON —:C (carbono), H (hidrogênio), O (oxigênio), e N (nitrogênio), o conjunto de elementos básicos para a vida. As observações de moléculas no espaço atestaram que compostos orgânicos estão presentes por toda parte. O carbono tem propriedades químicas que permite a formação das longas moléculas como as que aparecem na vida. Essas evidências reforçam a expectativa de que podemos encontrar vida em muitas partes do Universo.

INTERTEXTUALIDADE

Em relação à importância do carbono para a vida no Universo, explorar a intertextualidade entre um texto de astronomia e outro de poesia: Por que o álbum da música “O Universo na cabeça de um alfinete” se chama “Carbono”?

O UNIVERSO NA CABEÇA DO ALFINETE

Pequeno e ainda assim imenso
 Calado e ainda assim intenso
 Pesado e ainda assim flutua
 Veneno e ainda assim me cura
 Quando um sentimento
 fica assim fora de si
 Coração perde a cabeça e o juízo voa
 O universo na cabeça do alfinete
 Tudo brilha diferente no olho da pessoa
 Parado e ainda assim ligeiro
 Inteiro e ainda assim partido
 Doído e ainda assim contente
 Descrente e ainda assim feliz
 Quando um sentimento
 fica assim fora de si
 Coração perde a cabeça e o juízo voa
 O universo na cabeça do alfinete
 Tudo brilha diferente no olho da pessoa
 Fonte: Musixmatch

FONTE: ÁLBUM CARBONO; COMPOSIÇÃO: LENINE E LULA QUEIROGA;
 INTERPRETE: LENINE, 2015.

AULA Nº 05 / 06

PARA ONDE VAMOS?

A Astrobiologia ao mesmo tempo que abre a possibilidade de uma multiplicidade de mundos com vida, sugere que, dentro desse contexto, a Terra seria um caso muito raro de imensa biodiversidade. A partir da perspectiva do caráter precioso da biosfera terrestre, estimular nos estudantes uma ética ambiental que inclui a ética de Gaia e a ética do Cosmos. O nosso futuro depende disso! Utilizar o seguinte texto como ponto de partida:

A Terra como um jardim cósmico

A Terra tem um caráter único em comparação a outros planetas, é um verdadeiro jardim no Cosmos, uma percepção que promove a consciência de quão raro e rico em vida é o nosso Planeta e a necessidade de promover ações para a conservação do meio ambiente. FRIAÇA, A. C. S. Terra, um Jardim no Cosmos. Revista Página 22, n.46, p. 40-41, 2010. Disponível em:

<https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/pagina22/article/view/29034/27882>

Terra um Jardim no Cosmos.pdf

CO-EVOLUÇÃO DA VIDA E DO PLANETA

Ao mesmo tempo que a vida se adapta ao meio ambiente, caso a vida seja presente em grande escala, ela modifica o ambiente. Pode-se falar, no caso da Terra, em um Sistema Terra, que inclui a biosfera e os componentes físicos e químicos do planeta em grande escala, envolvendo a atmosfera, hidrosfera e litosfera. No caso da atmosfera, temos em particular uma co-evolução da vida e da atmosfera

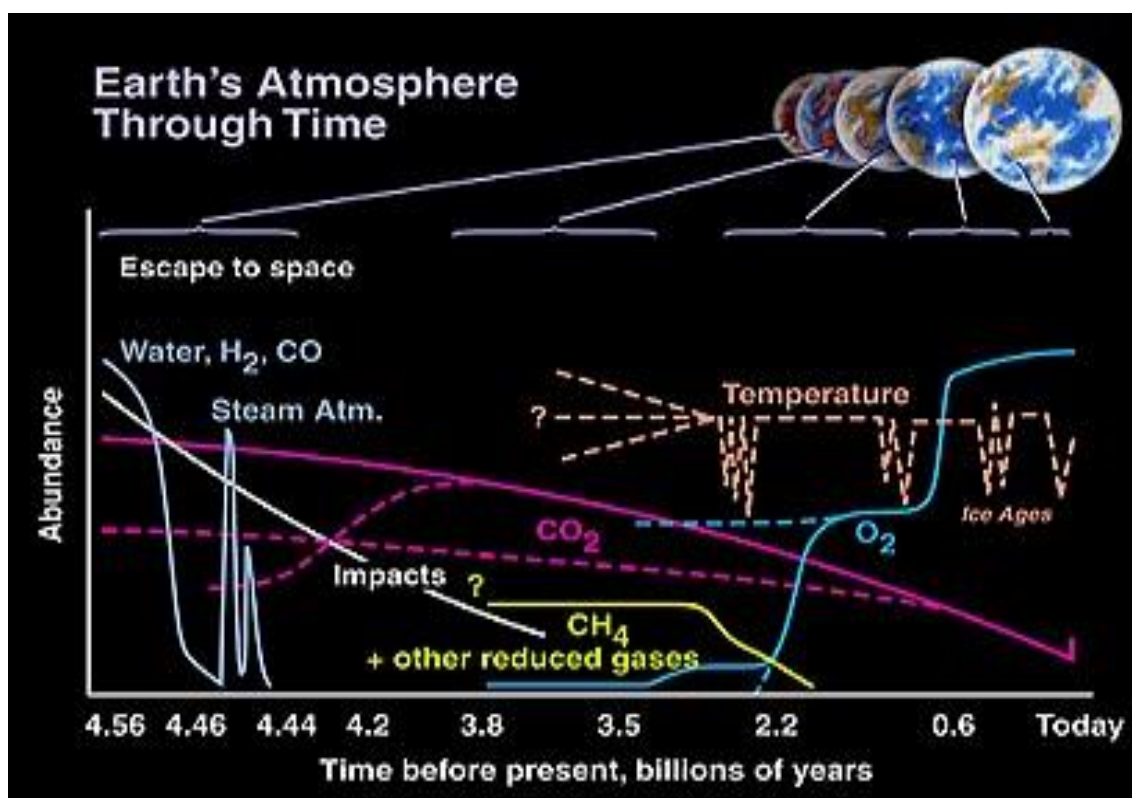


Figura. Co-evolução da vida e da atmosfera.

A presença da vida alterou a composição da atmosfera. Isso pode ser visto através da evolução com o tempo do metano (CH_4), que era produzido principalmente por arqueias metanogênicas, o oxigênio (O_2), que inicialmente era produzido apenas pelas cianobactérias e o dióxido de carbono (CO_2), cuja principal fonte eram os vulcões, mas que hoje a humanidade se tornou a fonte dominante através da queima de combustíveis fósseis.

A atividade vulcânica se reduziu ao longo dos bilhões de anos e com ela a concentração de CO_2 na atmosfera, mas ação antrópica atual com um aumento súbito de CO_2 na

atmosfera aparece como o salto da concentração desse gás na atualidade. A concentração de CO₂ pré-industrial se manteve em 280 ppm (partes por milhão) nos últimos 6000 anos (Fonte: <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels>). Com a queima de combustíveis fósseis, ele se elevou para ,mais de 400 ppm.

ATIVIDADE. Peça aos estudantes que acompanhem a concentração atual e as tendências históricas do dióxido de carbono atmosférico fornecidos pelo Observatório Mauna Loa da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, Administração Nacional Oceânica e Atmosférica), disponíveis no site: <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>

O Observatório de Mauna Loa faz registros continuados da concentração atmosférica desde dióxido de carbono desde 1958. NOAA também monitora outros gases do efeito estufa, como o metano e dióxido de nitrogênio, cujos dados podem ser encontrados no site acima.



Figura. Observatório de Mauna Loa, no Havaí. Faz monitoramento contínuo do dióxido de carbono atmosférico

VOCÊ SABIA? Que o oxigênio da atmosfera é mantido ativamente pela vida? E mais, as plantas produzem grande parte do oxigênio da atmosfera pela fotossíntese, mas a maior parte é produzido por um tipo de bactérias, as **cianobactérias**. Se toda a vida da Terra fosse extinta, o oxigênio desapareceria em uns 10 milhões de anos.

Como pode ser visto na figura “Co-evolução da vida e da atmosfera”, desde o nascimento do planeta Terra, há 4,56 bilhões de anos, até cerca de 3 bilhões de anos atrás, a atmosfera terrestre praticamente não continha oxigênio (O_2). Havia apenas organismos unicelulares microscópicos, como arqueias e bactérias, que eram anaeróbicos, ou seja, não respiravam oxigênio. Por volta dessa época surgem as cianobactérias que começam a produzir oxigênio pela fotossíntese. O oxigênio é letal para a maioria das formas de vida de então. Começam a ser liquidadas as metanogênicas, que produzem metano. O metano é um poderoso gás do efeito estufa, e quando o oxigênio começa a matar as cianobactérias, a concentração desse gás se reduz drasticamente, e em consequência a temperatura terrestre cai, e começam uma série de eras glaciais. Eram as metanogênicas, com o efeito estufa que induziam, que evitavam que o planeta congelasse. Com mais produção de oxigênio, as metanogênicas são dizimadas e a concentração do metano atmosférico despenca a níveis bem baixos.

Com o oxigênio atmosférico, pode ocorrer o processo de respiração, que é muito eficiente energeticamente. Aí podem aparecer células de grande tamanho, e verdadeiros animais unicelulares que respiram oxigênio. Com mais aproximadamente um bilhão de anos de evolução, aparecem seres multicelulares, o que o senso comum identifica como animais propriamente ditos.

Concluindo, sem cianobactérias não haveria oxigênio, e sem oxigênio não haveria animais.

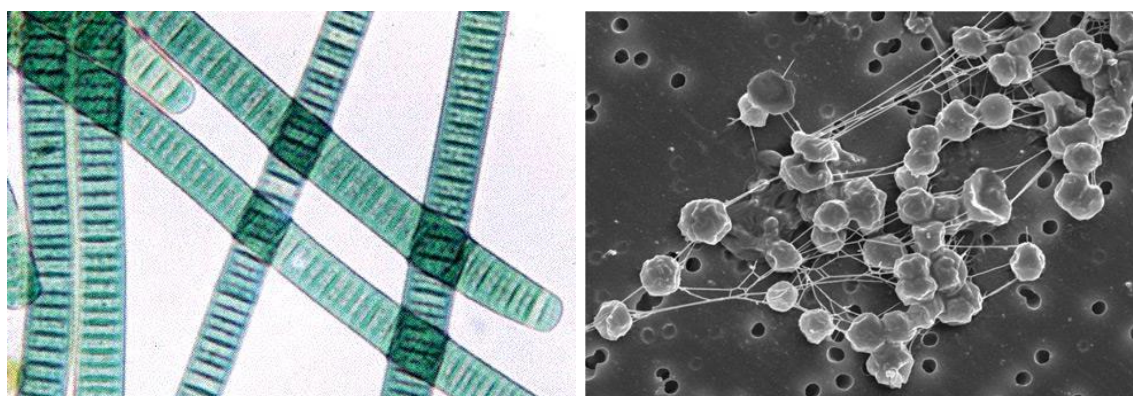


Figura. Cianobactérias (direita) e metanogênicas (esquerda).

Os limiares do planeta

O ser humano está perturbando todo o meio ambiente da Terra. Para se mensurar essa ação antrópica se criou os limiares planetários (Rockström, J., et al. A safe operating space for humanity, *Nature*, 461, 472-475, 2009).

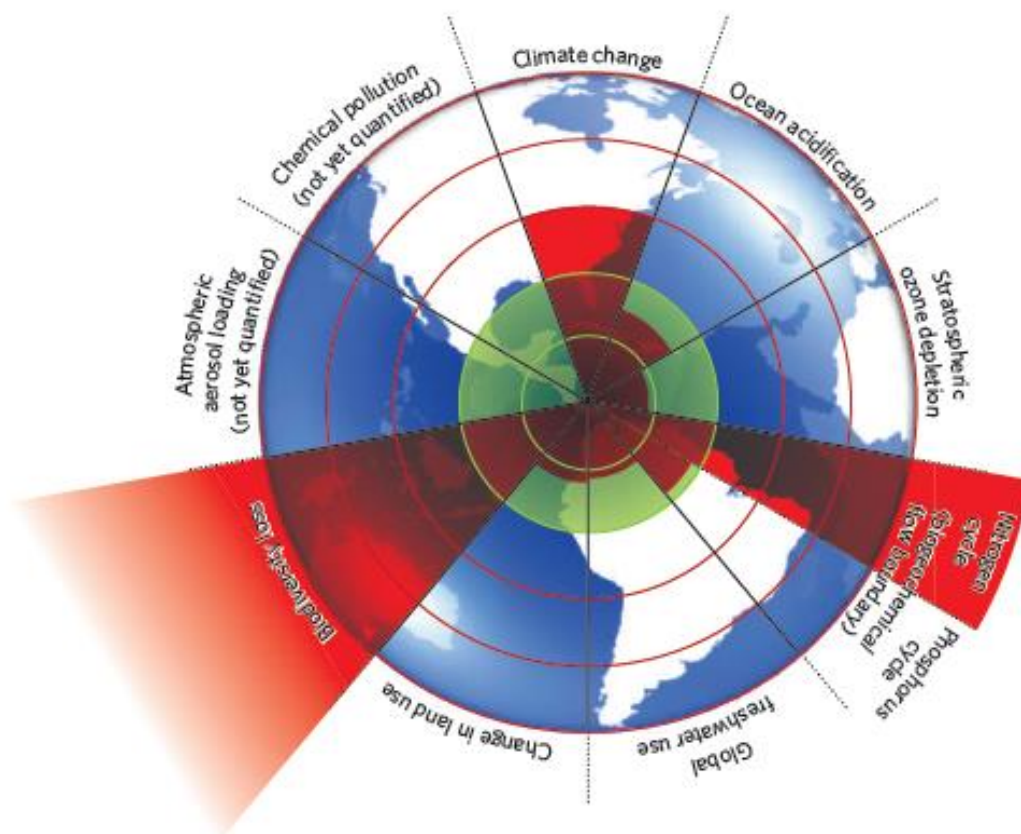


Figure 1 | Beyond the boundary. The inner green shading represents the proposed safe operating space for nine planetary systems. The red wedges represent an estimate of the current position for each variable. The boundaries in three systems (rate of biodiversity loss, climate change and human interference with the nitrogen cycle), have already been exceeded.

Figura. Os limiares da Terra. A humanidade está forçando esses limiares, alguns deles além do ponto de não retorno, que é a zona verde na figura. Fonte: Rockström et al. 2009).

Entre os impactos humanos no planeta, fala-se muito na mudança climática, mas ela não é a mais grave. Corresponde a um impacto uns 50% além do limite de segurança. Mais problemático ainda é o limite do ciclo do nitrogênio, quatro vezes além do limiar. Mas o mais catastrófico de todos é o da perda da biodiversidade, que é entre 100 e 1000 vezes a taxa natural.

A perda da biodiversidade é medida pela taxa de extinção de espécies. Há um valor natural, pois cada espécie se extingue em dezenas de milhões de anos. Porém, a taxa atual

é tão elevada que se fala na *Sexta Extinção em Massa*. Houve cinco grandes Extinções em Massa nos últimos 500 milhões de anos causadas por fenômenos geofísicos ou astronômico. A presente extinção em massa é de causa antrópica. O ser humano está ameaçando a biosfera, mas essa ameaça vai se voltar contra a humanidade de um modo esmagador.

QUESTÃO? Se estamos na Sexta Extinção em Massa, como foram as anteriores?

Vocês já ouviram falar ou mesmo viram em desenhos que um asteroide que caiu perto da Península de Yucatán, no México, provocou a extinção dos dinossauros. Isso aconteceu a 65 milhões de anos atrás, no final do último período, o Cretáceo, da Era dos dinossauros e foi a Extinção em Massa mais recente. Conhece-se 4 anteriores. A pior de todas, no fim do Permiano, 250 milhões de anos atrás, extinguiu mais de 95% das espécies.

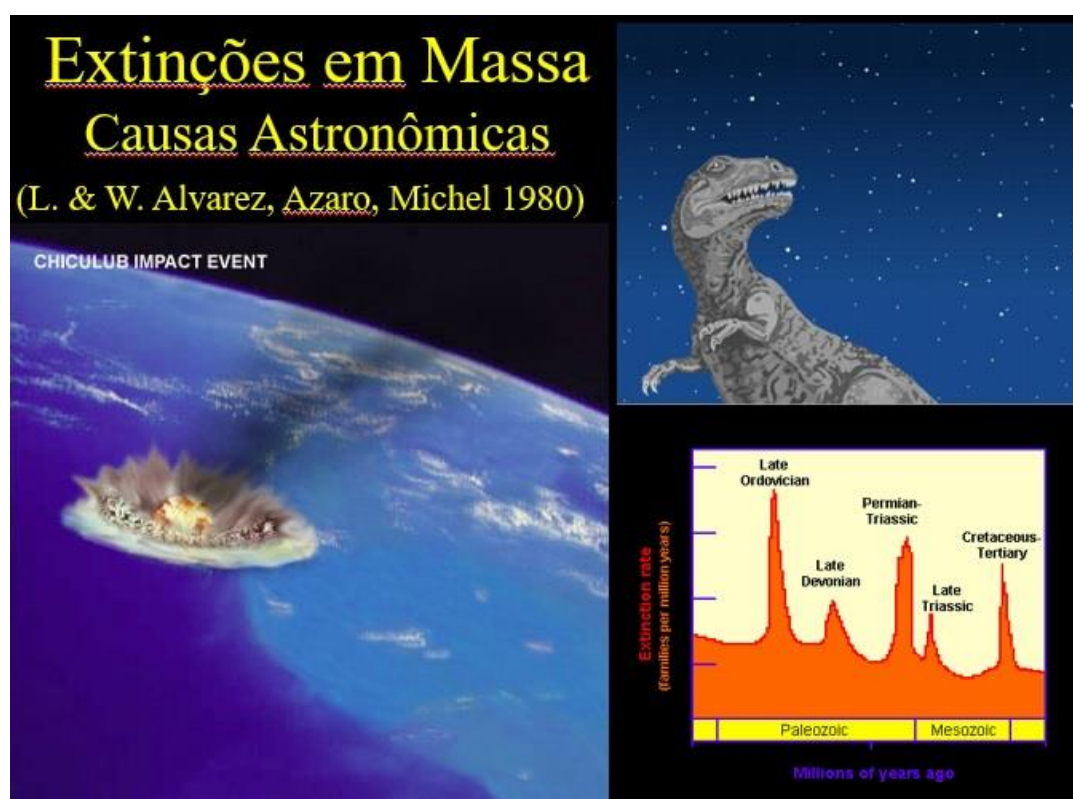


Figura. Gráfico das 5 Extinções em Massa nos últimos 500 milhões de anos. Representação artística de um dinossauro ameaçado e da queda do asteroide assassino. Entre parênteses estão os autores que lançaram a hipótese de que a extinção em massa de 65 milhões atrás foi causada pela queda de uma asteroide com 10 km de diâmetro (Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction, *Science*, v. 208, n. 4448, p. 1095-1108, 1980).

A notícia abaixo dá informações corretas a respeito das Extinções em Massa, incluindo a Sexta Extinção em Massa:

As 6 grandes extinções em massa do planeta — e por que estamos passando por uma delas agora. André Biernath, BBC,. Disponível em:

<https://www.bbc.com/portuguese/curiosidades-63901851>

ARTIGO. *Biosfera ameaçada.* Amâncio Friaça, **Le Monde Diplomatique Brasil**, n. 39, p. 38 outubro de 2010. Disponível em: <https://diplomatique.org.br/biosfera-ameacada/>

Ao ler esse artigos, os estudantes poderão se dar conta que o conjunto dos seres vivos, em particular as florestas e os oceanos, já prestam, sem sabermos, serviços inestimáveis para a humanidade, que vão muito além dos produtos físicos. Professor/professora, discuta com os estudantes quais são os bens intangíveis da biodiversidade.

DESAFIO. Nos filmes de ficção científicas, vivem aparecendo aliens monstruosos, que, no final das contas, são animais. Mas animais precisam de oxigênio (O₂) para respirar. Mas o oxigênio só apareceu na Terra porque houve uma “sorte” na evolução e surgiram uns micróbios capazes de fazer fotossíntese e liberar oxigênio, as cianobactérias. Assim, se chegarmos em um exoplaneta, é razoável que encontremos lá todo um zoológico de bichos? Se houver vida, que vida esperamos encontrar?



Figura. O “Planeta de Mann”, do filme *Interstellar*. Inteiramente coberto de gelo, mas com oxigênio (O₂) na atmosfera.

MAIS ALÉM

Assistir ao filme “INTERESTELAR – INTERSTELLAR” (Christopher Nolan, EUA, 2014). Atentar ao “Planeta de Mann”, um mundo gelado que tem oxigênio. Qual forma de vida poderia estar produzindo oxigênio?.

Leitura do livro “O CAIR DA NOITE” - NIGHTFALL AND OTHER STORIES” (ISAAC ASIMOV, 1969). No planeta Lagash, a revelação de uma realidade inteiramente alheia – o céu estrelado – desperta um pânico global que destrói todas as civilizações do planeta numa única noite. O que destrói? A realidade que está lá fora ou o terror que vem de dentro?