

A Terra e os ciclos de Milankovitch – com as mãos Modelando a órbita achatada, inclinação e oscilação da Terra com suas mãos

Uma das razões pela qual a temperatura média de toda a Terra muda ao longo do tempo geológico, é porque a quantidade de energia do Sol que a Terra recebe também muda. Essa mudança na radiação solar recebida pela Terra foi estudada por Milanković, e as variações que ele descobriu são agora chamadas ciclos de Milankovitch (Milankovitch é a versão inglesa de seu nome).

Milankovitch identificou que a quantidade de radiação solar recebida pela Terra mudou por três razões principais.

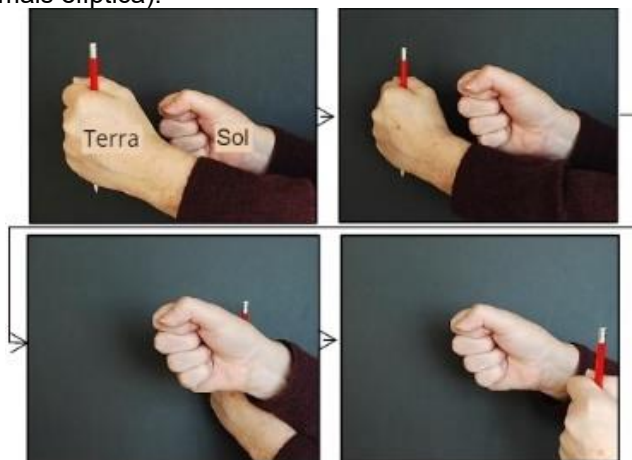
A órbita achatada da Terra (excentricidade orbital)

A órbita da Terra muda ao longo de um ciclo regular indo de um formato quase circular (imagem da esquerda) até um formato mais "achatado" ou elíptico (imagem da direita).



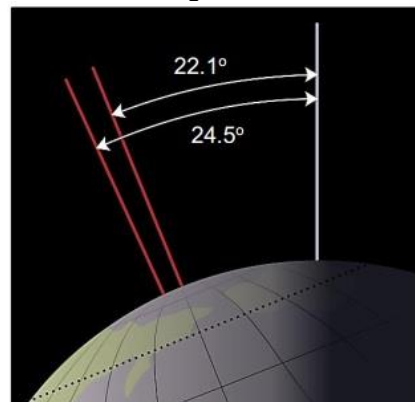
Quando a órbita está quase circular, aproximadamente a mesma quantidade de radiação solar é recebida pela Terra o tempo todo, mas quando a órbita está achatada, mais radiação é recebida quando a órbita está mais próxima do sol e menos quando está mais longe. Isso segue um ciclo de 90.000 a 100.000 anos.

Você pode encenar a órbita da Terra e suas mudanças com as mãos. A mão segurando o lápis representa a Terra e seu eixo, a outra mão representa o sol. Tente encenar primeiro a órbita menos "achatada" (mais circular) e, em seguida, uma órbita mais "achatada" (mais elíptica).

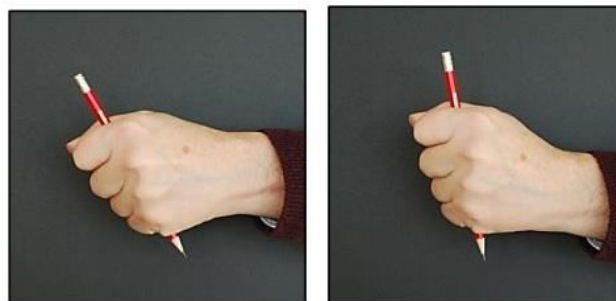


A inclinação do eixo da Terra (obliquidade axial)

O ângulo do eixo da Terra ao seu plano de rotação muda com o tempo. São $23,5^\circ$ no momento, mas variam entre $24,5^\circ$ e $22,1^\circ$ ao longo de um ciclo de 40.000 anos.

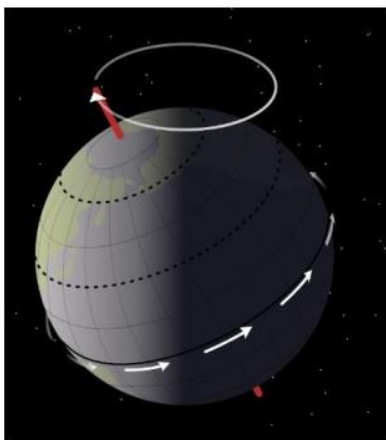


Quando a inclinação é pequena, há menos variação nas estações; os invernos são mais quentes e os verões mais frios. Com invernos mais quentes, há mais queda de neve perto dos pólos e menos deste derrete durante os verões mais frios - então há mais gelo nas regiões polares. Com maior inclinação, os invernos são mais frios e os verões mais quentes, produzindo menos gelo nos pólos. Modele a mudança de inclinação do eixo da Terra com a mão segurando um lápis.

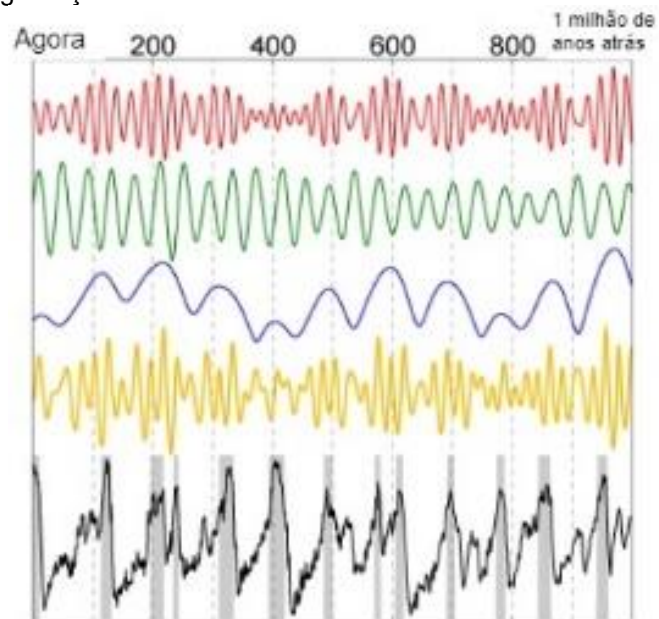


As oscilações do eixo da Terra (precessão axial)

O eixo da Terra oscila, com o final do eixo traçando um "círculo no céu" ao longo de um ciclo de 26.000 anos. Quando a inclinação do eixo é maior, as estações do ano são mais extremas. Se uma estação extrema no hemisfério norte coincide com o tempo quando a Terra está recebendo mais radiação solar por causa de uma das razões descritas acima, então ela se tornará mais quente. O oposto também é verdade.

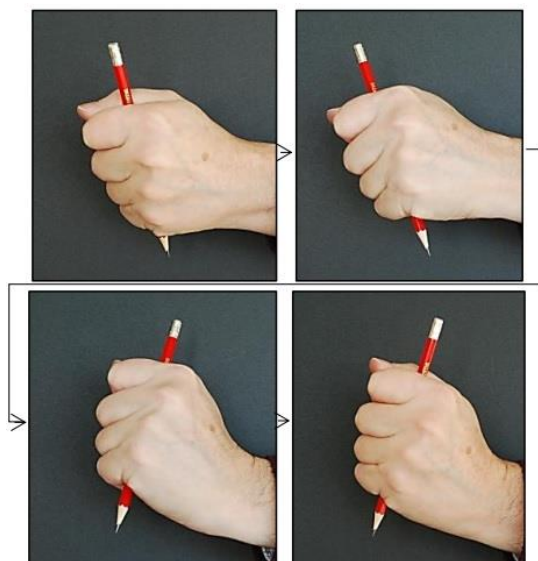


recebida pela Terra ao longo do tempo. A ligação entre este e os estágios de glaciação da Terra, registrados em núcleos de gelo, é mostrada pela linha preta na parte inferior do gráfico. Isto parece mostrar uma ligação estreita entre os ciclos Milankovitch e as recentes glaciações na Terra.



- *Imagens da Terra, tiradas de https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Milankovitch/milankovitch_2.php são de domínio público porque foram produzidas exclusivamente pela NASA.*
- *Gráfico produzido por Robert A. Rohde e divulgado sob a licença Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.*

Você pode modelar essa oscilação axial usando sua mão.



O efeito desses três ciclos é mostrado no gráfico. Quando são somados, produzem a linha amarela no gráfico, que mostra a quantidade total de radiação solar

Ficha Técnica

Título: A Terra e os ciclos de Milankovitch – com as mãos

Subtítulo: Modelando a órbita achatada, inclinação e oscilação da Terra com suas mãos.

Tópico: Os alunos podem achar os ciclos Milankovitch, da variação na radiação solar recebida pela Terra, difíceis de entender. Essa atividade usa encenação manual para consolidar o aprendizado.

Faixa etária dos alunos: 16 + anos

Tempo necessário para completar a atividade: 10 minutos.

Resultados do aprendizado: Os alunos podem:

- descrever as variações na órbita e na inclinação da Terra que levam aos ciclos de Milankovitch;
- modelá-las com as mãos.

Contexto:

O trabalho do astrônomo sérvio Milutin Milanković, na década de 1920, foi baseado em ideias anteriores do matemático francês Joseph Adhémar e do cientista escocês James Croll.

Três causas de variação são descritas abaixo.

A órbita esmagada da Terra (excentricidade orbital)

Quanto mais elíptica a órbita, mais diferença existe entre o Sol e a Terra no ponto mais próximo e mais distante da órbita. Quando a órbita é quase circular (baixa excentricidade) há cerca de 7% de variação na energia recebida. Mas quando a órbita tem excentricidade máxima, a variação de energia recebida é de cerca de 20%. A mudança na excentricidade orbital ocorre ao longo de 90.000-100.000 * ciclo anual. Atualmente a excentricidade é baixa e decrescente.

A inclinação do eixo da Terra (obliquidade axial)

A obliquidade axial varia de cerca de 24,5° * e 22,1° * ao longo de um ciclo de 40.000 * anos, com inclinações menores levando a menos sazonalidade e mais gelo polar, e vice-versa. A inclinação atual é de 23,4° e está diminuindo.

Oscilações do eixo da Terra (precessão axial)

As oscilações do eixo da Terra têm um efeito nas variações da inclinação, exceto que elas ocorrem ao longo de um ciclo de 26.000 * anos, resultando em mudanças na radiação solar recebida pela Terra durante esse período. No momento, sazonal a variação no hemisfério norte é mais extrema e no hemisfério sul é menos extrema, em outros 13.000 anos o oposto será o caso.

- Nota: Fontes diferentes dão números diferentes. Os números usados aqui são aqueles dados pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço dos EUA (NASA) em: https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Milankovitch/milankovitch_2.php e <https://starchild.gsfc.nasa.gov/docs/StarChild/questions/question64.html>

Continuando a atividade:

Peça aos alunos para encontrar animações dos ciclos de Milankovitch na internet.

Princípios fundamentais:

- A radiação solar recebida pela Terra varia ao longo de ciclos que foram descritos pela primeira vez em detalhes por Milankovitch, agora chamado Milankovitch Cycles.
- Um ciclo é causado pela excentricidade (achatamento) da órbita da Terra; quando a órbita é quase circular, quantidades semelhantes de radiação são recebidas pela Terra o tempo todo, mas quando a órbita é mais comprimida (oval ou elíptica), mais radiação é recebida quando a Terra está mais próxima do Sol e menos quando está mais distante.
- Outro ciclo é causado por mudanças na inclinação do eixo da Terra; quando o eixo tem menos inclinação, há menos sazonalidade, os invernos mais quentes têm mais neve, que derrete menos nos verões mais frios, e os lençóis de gelo crescem; com mais inclinação, aplicam-se as condições opostas.
- Um terceiro ciclo é causado pela oscilação do eixo da Terra; quando a Terra está inclinada para o Sol, as estações são mais extremas; se uma estação extrema em um hemisfério acontece ao mesmo tempo em que aumenta a radiação solar devido para um dos outros ciclos acima, ele se tornará ainda mais extremo; O oposto também é verdade.

Habilidades cognitivas adquiridas:

A encenação desses processos envolve a construção de padrões, habilidades de encenação 3D e a conexão dos padrões aos resultados. Em discussão, o conflito cognitivo e a metacognição estão frequentemente envolvidos também.

Lista de materiais:

- Suas mãos;
- Uma caneta.

Links úteis:

Veja: https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Milankovitch/milankovitch_2.php

Fonte:

Criado por Chris King; Fotos de 'mão' por Peter Kennett, ambos da equipe Geoideias.

© **Earthlearningidea team.** *Earthlearningidea* busca produzir uma nova ideia de ensino de Ciências da Terra, a cada semana, a custo mínimo, com poucos recursos, para educadores e professores de Geografia ou Ciências de educação básica. Com o intuito de desenvolver uma rede global de apoio, promove-se uma discussão *online* em torno da ideia. *Earthlearningidea* tem pouco financiamento e a maior parte do trabalho é feita por esforço voluntário. Os autores abrem mão dos direitos autorais do conteúdo original contido nesta atividade se ela for utilizada em laboratório ou em sala de aula. Direitos autorais de materiais citados aqui, pertencentes a outras casas publicadoras, encontram-se com as mesmas. Toda organização que desejar usar este material deve contatar a equipe de *Earthlearningidea*. Foi empenhado o máximo esforço possível para localizar e entrar em contato com os detentores dos direitos dos materiais incluídos na atividade, com o propósito de obter permissão de uso. Contate-nos, porém, por favor, se você achar que seus direitos autorais estão sendo desrespeitados; agradecemos toda informação que ajude a atualizar os registros. A tradução/adaptação para Português foi realizada pela equipe do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (IG-Unicamp). Se você encontrar alguma dificuldade com a leitura dos documentos, por favor, entre em contato com o grupo *Earthlearningidea* para obter ajuda. Contate o grupo *Earthlearningidea* em: info@earthlearningidea.com

