

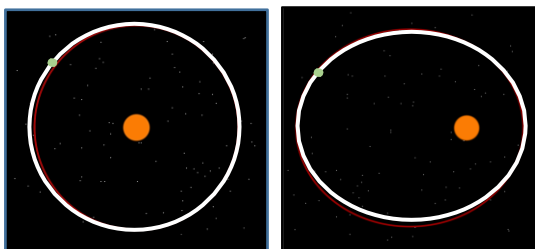
## Els cicles de la Terra I de Milanković – a mà Simulant l'òrbita aplanada de la Terra, la seva inclinació i oscil·lació usant les vostres mans

Una de les raons per les que la temperatura global de la Terra varia al llarg del temps geològic, és perquè la quantitat d'energia rebuda del Sol també canvia. Aquests canvis en la radiació solar rebuda van ser estudiats per Milanković, i les variacions que hi va descobrir s'anomenen ara cicles de Milanković.

Milanković es va adonar que la quantitat de radiació solar rebuda a la Terra canviava per tres raons principals.

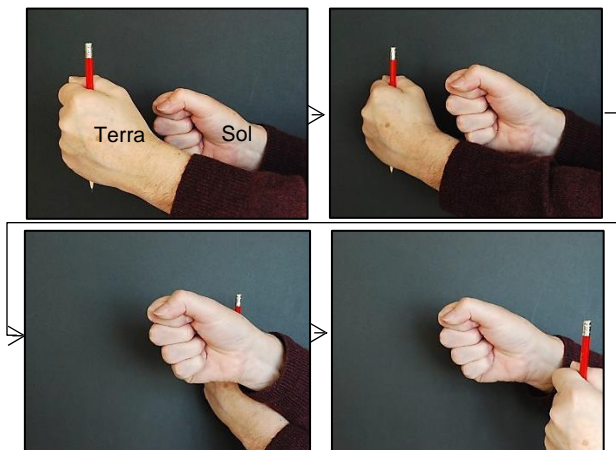
### L'òrbita aplanada de la Terra (excentricitat orbital)

L'òrbita de la Terra canvia segons un cicle regular de ser quasi circular (imatge esquerra) a ser més "aplanada" o el·líptica (imatge dreta).



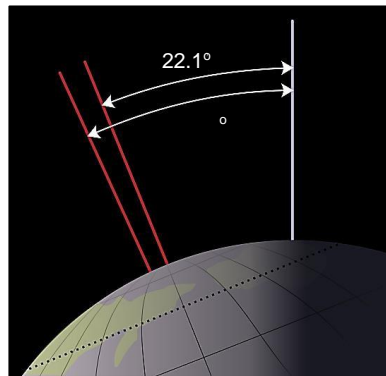
Quan l'òrbita és quasi circular, la Terra rep aproximadament la mateixa quantitat de radiació solar en tot moment, però quan l'òrbita és aplanada, rep més radiació quan està més propera al sol i menys quan està més lluny. Això segueix un cicle de 90.000-100 000 anys.

Podeu simular l'òrbita terrestre i els seus canvis amb les vostres mans. La mà que sosté el llapis representa la Terra i el seu eix, l'altra representa el Sol. Intenteu simular primer una òrbita poc "aplanada" (més circular), i després una altra més "aplanada" (el·líptica).



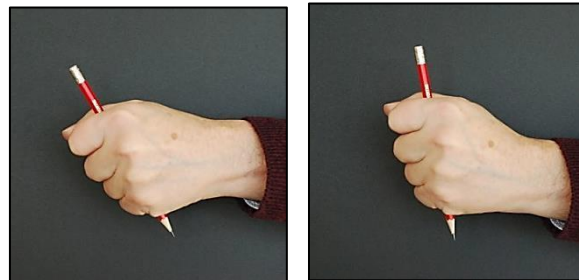
### La inclinació de l'eix de la Terra (obliquïtat axial)

L'angle de l'eix de la Terra respecte del pla de translació al voltant del Sol canvia al llarg del temps. És de 23,5° en l'actualitat, però varia entre uns 24,5° i uns 22,1° al llarg d'un cicle de 40.000 anys.



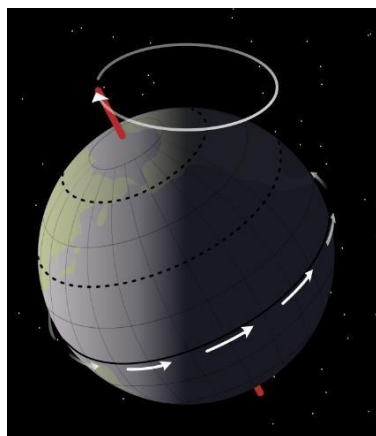
Quan la inclinació és petita hi ha menys variacions estacionals; els hiverns són més càlids i els estius més frescos. Amb hiverns suaus, hi ha més neu prop dels pols i menys d'aquesta neu es fon durant els més estius frescos - per tant hi ha més gel a les regions polars. Amb una inclinació més gran, els hiverns són més freds i els estius més càlids, provocant menys presència de gel als pols.

Simuleu els canvis en la inclinació de l'eix de la Terra sostenint un llapis a la vostra mà.

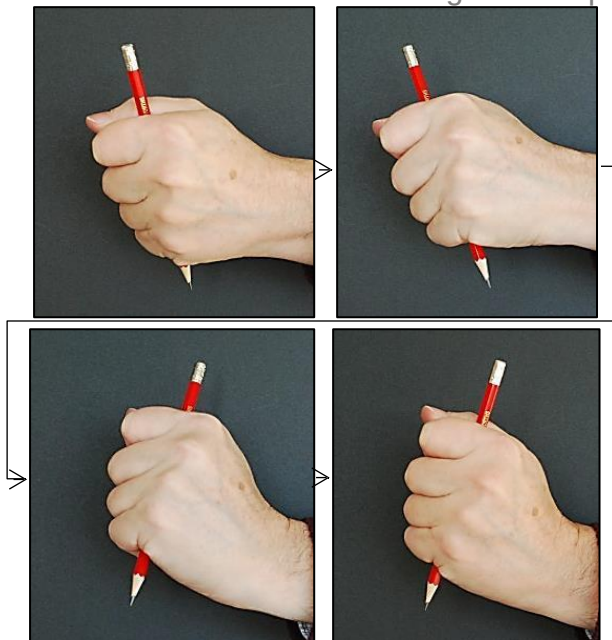


### Les oscil·lacions de l'eix de la Terra (precessió axial)

L'eix de la Terra oscil·la, amb l'extrem de l'eix traçant un "cercle al cel" cada 26.000 anys. Quan la inclinació de l'eix és més gran, les estacions terrestres són més extremes. Si una estació extrema a l'hemisferi Nord coincideix amb el moment en què la Terra rep més radiació solar a causa d'una de les raons ja descrites, llavors esdevindrà més calent. El contrari també és cert.

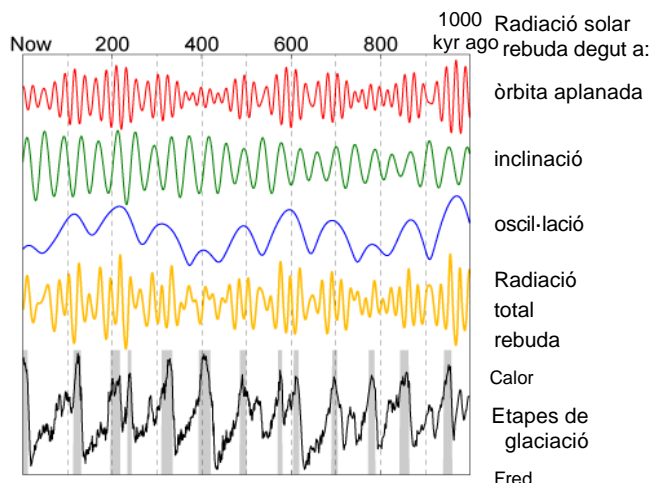


Podeu simular aquesta oscil·lació axial usant la vostra mà.



Els efectes d'aquests tres cicles es mostren al gràfic. Quan se sumen produeixen la línia groga del gràfic, que mostra la quantitat total de radiació solar rebuda per la Terra al llarg del temps. La connexió entre aquesta i les etapes de glaciació a la Terra, enregistrades als nuclis

de gel, es mostren a la línia negra de la part baixa del gràfic. Això sembla mostrar una estreta relació entre els cicles de Milanković i les glaciacions recents a la Terra.



(kyr = 1000 anys, així 1000 kyr ago = fa 1 milió d'anys)

Crèdits de les imatges:

- *Imatges de la Terra:*  
[https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Milankovitch/milankovitch\\_2.php](https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Milankovitch/milankovitch_2.php) són de domini públic perquè van ser produïdes expressament per la NASA.
- Gràfic produït per Robert A. Rohde i usat amb llicència Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.

## Fitxa tècnica

**Títol:** Els cicles de la Terra i de Milanković – a mà.

**Subtítol:** Simulant l'òrbita aplanada de la Terra, la seva inclinació i oscil·lació usant les vostres mans.

**Tema:** Els alumnes poden trobar els cicles de Milanković, de la variació de la radiació solar rebuda per la Terra, difícil de comprendre. Aquesta activitat usa les mans per simular i consolidar el seu aprenentatge.

**Edat dels alumnes:** 16 anys+

**Temps necessari:** 10 minuts

**Aprenentatges dels alumnes:** Els alumnes poden:

- descriure les variacions de l'òrbita de la Terra i la seva inclinació que causen els cicles de Milanković;
- simular-los amb les seves mans.

### Context:

El treball de l'astrònom serbi Miltin Milanković, als anys 1920, es va basar en idees anteriors el matemàtic francès Joseph Adhémar i el científic escocès James Croll. A sota es descriuen les tres causes de la variació.

### L'òrbita aplanada de la Terra (excentricitat orbital)

Com més el·líptica és l'òrbita, major és la diferència en la distància mínima i màxima entre el Sol i la Terra. Quan l'òrbita és quasi circular (baixa excentricitat) hi ha una variació d'un 7% en l'energia rebuda. Però quan l'òrbita té la seva

màxima excentricitat, la variació de l'energia rebuda pot ser del 20%. El canvi en l'excentricitat orbital té lloc segons un cicle de 90.000-100000\* anys. Actualment, l'excentricitat és baixa i està disminuint.

### La inclinació de l'eix de la Terra (obliqüitat axial)

L'obliqüitat axial varia entre 24.5° i 22.1° al llarg d'un cicle de 40.000 anys, amb les inclinacions menors provocant menys estacionalitat i més gel polar, i *viceversa*. La inclinació actual és de 23.4° i està minvant.

### L'oscil·lació de l'eix de la Terra (precessió axial)

Les oscil·lacions de l'eix terrestre tenen un efecte similar al de les variacions de la inclinació, excepte que el seu cicle és d'uns 26.000\* anys, i causen canvis a la radiació al llarg d'aquest període. En l'actualitat, la variació estacional a l'hemisferi nord és més extrema i la de l'hemisferi sud és menys extrema; d'aquí a 13.000 anys, la situació serà la oposada.

\* Nota: Diferents fonts donen xifres diferents. Les xifres citades són les proporcionades per la US National Aeronautics and Space Administration (NASA) a: [https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Milankovitch/milankovitch\\_2.php](https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Milankovitch/milankovitch_2.php) i <https://starchild.gsfc.nasa.gov/docs/StarChild/questions/question64.html>

### Ampliació de l'activitat:

Demaneu als alumnes que busquin animacions dels cicles de Milanković a internet.

**Principis subjacents:**

- La radiació solar rebuda per la Terra varia segons cicles que van ser descrits per primer cop en detall per Milanković, anomenats ara Cicles de Milanković.
- Un cicle és causat per l'excentricitat (aplanament) de l'òrbita de la Terra; quan l'òrbita és quasi circular, es rep una quantitat similar de radiació tot el temps, però, quan l'òrbita és més aplanada (oval o el·líptica) es rep més radiació quan la Terra és a prop del Sol i menys quan és més lluny.
- Un altre cicle és causat pels canvis en la inclinació de l'eix de la Terra; quan l'eix està menys inclinat hi ha menys estacionalitat, els hiverns més càlid reben més neu que es fon menys durant els estius frescos i creixen les acumulacions de gel; amb l'eix més inclinat, el contrari també és cert.
- Un tercer cicle és causat per l'oscil·lació de l'eix de la Terra; quan la Terra és inclinada cap al Sol, les estacions són més extremes; si en un hemisferi hi ha una estació extrema incrementada al mateix temps per algun dels altres dos cicles definits anteriorment, esdevindrà encara més extrema; el contrari també és cert.

**Desenvolupament d'habilitats cognitives:**

Simular aquests processos implica construir models, desenvolupar habilitats de simulació en 3D i connectar el models amb els resultats. Durant la discussió, sovint implica conflicte cognitiu i metacognició.

**Material:**

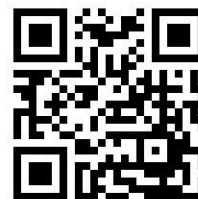
- les vostres mans
- un llapis

**Enllaços útils: Vegeu:**

[https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Milankovitch/milankovitch\\_2.php](https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Milankovitch/milankovitch_2.php)

**Font:** Dissenyat per Chris King; fotos de les "mans" de Peter Kennett, ambdós de l'Equip d'Earthlearningidea.

© **L'Equip d'Earthlearningidea.** L'equip d'Earthlearningidea produeix periòdicament una idea didàctica de baix cost, amb els mínims recursos, per a educadors i professors de Ciències de la Terra a nivell escolar, amb una discussió online sobre cada idea per tal de desenvolupar una xarxa de suport global. "Earthlearningidea" té un finançament mínim i es produeix majoritàriament de forma voluntària. No s'aplica el Copyright del material d'aquesta unitat si s'usa al laboratori o a l'aula. El Copyright de materials d'altres editors els segueix pertanyent. Qualsevol organització que vulgui usar aquest material haurà de posar-se en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea. Ens hem esforçat a localitzar i contactar els propietaris del copyright dels materials d'aquesta activitat i obtenir el seu permís. Si us plau, poseu-vos en contacte amb nosaltres si, tanmateix, creieu que s'ha vulnerat el vostre copyright: us agraïrem qualsevol informació que ens ajudi a actualitzar els nostres registres. Si teniu dificultats per llegir aquests documents, si us plau, poseu-vos en contacte amb l'equip d'Earthlearningidea per obtenir ajuda.



<b>Les activitats simulant amb les mans d'Earthlearningidea</b>	
Simulant processos terrestres	El cicle de les roques a la punta dels dits: simulant el cicle de les roques amb els vostres dits
	Límits de placa a mà: simulant els límits de placa i el moviment de les plaques amb les vostres mans
	Simulant amb les mans "quan la roca més moderna no és a dalt": Il·lustrant com a les sèries hi pot haver roques més antigues sobre roques més modernes
	Simulant discordances a mà: useu les vostres mans per demostrar com es formen les discordances
Simulant nomenclatura de geologia estructural	Simulant esforços terrestres isomètricament: usant les vostres mans per simular esforços terrestres
	Simulant plegaments a mà: usant les vostres mans per demostrar diferents trets dels plecs
	Cap amunt o cap avall? – simulant antifomes i sinformes a mà: useu les vostres mans per mostrar com els plecs poden estar en posició normal o invertida
	Visualitzant plecs cabussants amb un tros de paper i les vostres mans: usant les vostres mans i paper plegat i rebregat per mostrar les característiques que identifiquen els plecs cabussants
Activitats de canvi climàtic	Simulant falles a mà: usant les vostres mans per demostrar diferents trets de les falles
	La Terra durant els cicles de Milankovitch a mà: simulant l'òrbita aplanada de la Terra, la seva inclinació i balanceig usant les vostres mans
	Simulant punts d'equilibri a mà: demostrant punts d'equilibri al sistema Terra amb les mans de tres alumnes