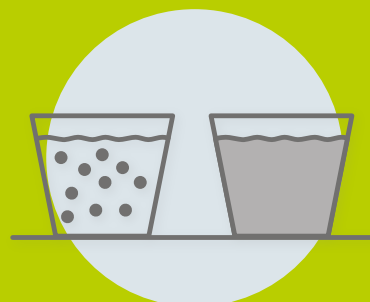
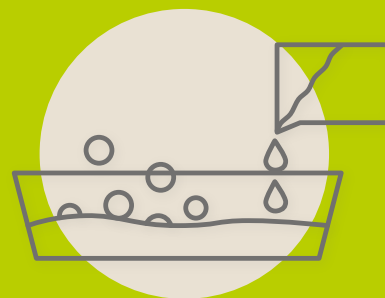
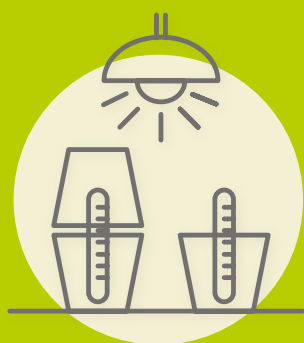


COMPRENDRE EL CANVI CLIMÀTIC



FITXES DE TREBALL



Senzills experiments per a treballar a l'aula
diversos aspectes del canvi climàtic.

EDICIÓ 2020



GENERALITAT
VALENCIANA

Conselleria d'Agricultura,
Desenvolupament Rural,
Emergència Climàtica
i Transició Ecològica



CENTRE D'EDUCACIÓ
AMBIENTAL

DE LA COMUNITAT VALENCIANA

Presentació	4
El clima	5
Canvis en el clima	6
Els gasos d'efecte d'hivernacle	7
L'escalfament global	8
Evidències del canvi climàtic	9
Efectes	10
Què fer?	11
Fitxes de treball a l'aula	12
Entendre l'efecte d'hivernacle	14
Augment de l'efecte d'hivernacle	15
Detectant el CO ₂	16
Observant el CO ₂	17
La inclinació de la Terra i el clima	18
El desgel i les seues conseqüències	19
L'efecte albedo	20
El motor dels corrents	21
Comprendre l'efecte de la salinitat marina	22
Quin sol ha tingut més CO ₂ ?	23
El CO ₂ i les plantes	24
Extracció i separació de pigments fotosintètics	25
Augment de l'acidesa del medi aquàtic per absorció de CO ₂	26
Alteracions en organismes vius amb cobertes de carbonat càlcic	27
Audiovisual dels experiments	28
Bibliografia	28
Webs y materiales digitales	29

El canvi climàtic és un dels assumptes més urgents que ha d'atendre la societat en què vivim. Els informes científics que l'**IPCC** ha fet públics en els últims anys ratifiquen la gravetat de l'assumpte i la cada vegada major urgència d'inter-vindre d'una manera decidida contra aquest fenomen.

(IPCC: Grup Intergovernamental d'Experts sobre Canvi Climàtic.

El Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic o Panel Intergovernamental del Canvi Climàtic, conegut per l'acrònim en anglés IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), és una organització internacional creada en 1988 per l'Organització Meteorològica Mundial (OMM) i el Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (PNUMA) en detectar el problema del canvi climàtic mundial. La funció de l'IPCC consisteix a analitzar, de manera exhaustiva, objectiva, oberta i transparent, la informació científica, tècnica i socioeconòmica rellevant per a entendre els elements científics del risc que comporta el canvi climàtic provocat per les activitats humanes, les seues possibles repercussions i les possibilitats d'adaptació i atenuació d'aquest. L'IPCC no realitza investigacions ni controla dades relatives al clima o altres paràmetres pertinents, sinó que basa la seua avaluació principalment en la literatura científica i tècnica revisada per homòlegs i publicada).

Un dels pilars sobre els quals s'ha de basar la necessària intervenció és la comprensió d'aquest fenomen i les conseqüències que hi genera, un poc complex a causa de la naturalesa dels sistemes climàtics i el coneixement que fins ara es té d'aquests, i pels diversos processos de retroalimentació que es generen d'una manera, en moltes ocasions, no prevista.

El principi «**No s'actua en contra del que no es coneix**» és una realitat a la qual hem d'enfrontar-nos des de l'educació ambiental amb les eines i recursos de què disposem, i així ho fa el **Centre d'Educació Ambiental de la Comunitat Valenciana** (CEACV) des de l'any 1999, en què es va constituir com a centre de referència valencià en educació ambiental, a través dels seus programes educatius i projectes d'informació, formació i sensibilització. En aquests moments, el CEACV considera el canvi climàtic com un eix de treball fonamental en la majoria dels seus programes i projectes.

L'Estratègia Valenciana contra el Canvi Climàtic és un document que recull de manera organitzada i sistematitzada el repte que assumeix la societat valenciana per a afrontar la mitigació i adaptació al canvi climàtic a través de nombroses mesures. Una bona part d'aquestes mesures responen a l'objectiu de sensibilització, capaciació i actuació, i és ací on el CEACV desenvolupa el seu treball. En el marc d'aquesta estratègia, l'equip de tècnics del CEACV ha elaborat aquest material d'educació ambiental dirigit principalment als centres educatius de la Comunitat Valenciana i a tots aquells que desenvolupen tasques de sensibilització i educació ambiental.

Aquest material comprén una primera part d'introducció teòrica per a professors i educadors, a continuació estan disponibles les fitxes que corresponen a senzills experiments per a realitzar a l'aula, de manera que cadascun d'aquests fan referència a un aspecte relacionat amb el canvi climàtic i on el coneixement i la comprensió d'aquests és bàsic i, finalment, un apartat de bibliografia i webs especialitzats.

També es pot trobar més informació sobre el canvi climàtic en els materials que el CEACV ha elaborat per a l'exposició «**Emergència climàtica. Fets i dades**» que es poden descarregar, a més d'altres materials didàctics sobre el canvi climàtic, en l'enllaç següent: <https://www.agroambient.gva.es/web/ceacv/recursos-educatius-per-a-l-emergencia-climatica.ca>

El clima

Es denomina **clima** el conjunt de situacions que determinen l'estat mitjà atmosfèric en una determinada zona durant un període de temps preestablert. Per això, quan sentim parlar d'un determinat tipus de clima (per exemple, el mediterrani) es fa referència a unes característiques particulars que s'han observat al llarg d'un període de temps mínim al voltant dels 30 anys. Són molts els factors que incideixen en la caracterització d'un determinat tipus climàtic, com ara la latitud, altitud, orografia i orientació del relleu, masses d'aigua, distància a la mar, insolació, direcció dels vents i corrents oceànics, etc.

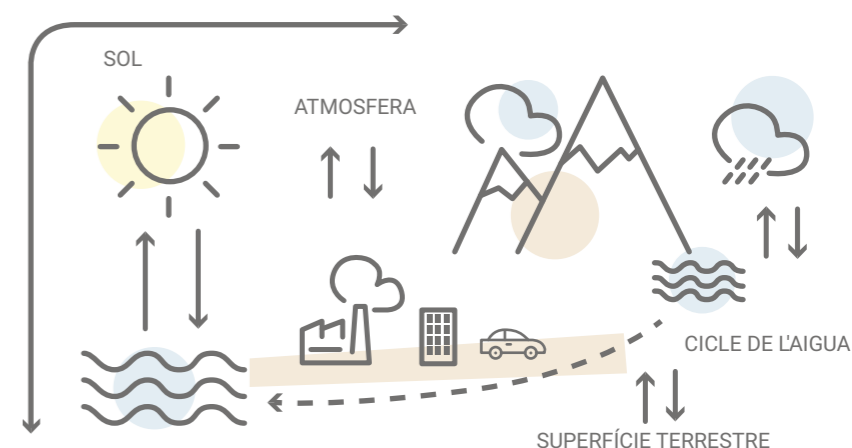
La complexitat del clima porta a considerar-lo com un sistema interactiu que estaria compost per l'atmosfera, superfície terrestre, superfícies de gel i neu, mars i oceans, altres cossos d'aigua i elements vius. És tanta la dificultat que comporta el seu coneixement que, fins i tot, hui els experts en la matèria estan lluny de conèixer al detall els mecanismes del seu funcionament.

D'altra banda, cal diferenciar clima de **temps atmosfèric** (el que en valencià es denomina oratge). El clima es determina a partir de llargs períodes d'observació, recollida de dades i anàlisis; el temps atmosfèric és instantani i està determinat per la situació puntual d'alguns factors que posseeix el clima, per exemple la Comunitat Valenciana on el clima és mediterrani, amb temperatures mitjanes suaus, però ocasionalment i per la combinació circumstancial d'alguns factors climàtics es poden registrar temperatures mínimes molt baixes, que poden donar lloc a situacions inusuals, com ara nevades en zones pròximes a la mar.

Les condicions meteorològiques varien contínuament, les borrasques i els anticiclons cedeixen el pas els uns als altres, el mercuri del termòmetre puja i baixa d'un dia a l'altre i, fins i tot, en diferents ocasions al llarg d'un mateix dia, plou, bufa el vent... No obstant això, vist des d'una escala de temps humana, el clima en una determinada zona roman pràcticament constant, encara que en realitat no ho és.

Actualment és possible pronosticar el temps atmosfèric amb una antelació de diversos dies. D'aquest estudi s'encarrega la **meteorologia**, una branca de la física que aborda els fenòmens que ocorren en l'atmosfera.

Malgrat parlar de clima, no hi ha un sol tipus de clima a la Terra, sinó que hi ha diferents tipus en funció de les regions en les quals es donen circumstàncies climàtiques diverses. És possible trobar diverses classificacions, en funció de diferents paràmetres. Una d'aquestes els classifica en tres grans grups: càlids, temperats i freds. Al primer grup pertanyen el clima tropical i desèrtic; al segon, el mediterrani i el continental; mentre que el representant de clima fred seria el polar.



Canvis en el clima

El clima no és constant, no si considerem una escala temporal planetària i no una escala humana. La realitat és que el clima de la Terra ha variat contínuament des de la formació del planeta i l'atmosfera fa uns 4.500 milions d'anys.

El clima de la Terra ha passat per diverses fases de glaciacions i períodes interglacials, amb espais temporals de centenars de milers d'anys de duració. Al llarg d'aquestes fases, la temperatura mitjana del planeta ha variat, pujant i baixant. Les variacions de la temperatura mitjana terrestre, que han provocat la successió d'aquests períodes glacials i interglacials, s'han establert en un rang que ha anat entre els 5° C i els 7° C ascendents o descendents (font: IPCC). En l'actualitat ens trobem en un període interglacial després de l'última glaciació esdevinguda, la de Würm, finalitzada fa uns 12.000 anys i que va durar vora 100.000 anys.

Els canvis experimentats pel clima al llarg de la història del planeta, considerats d'origen natural, són a causa de modificacions en el balanç entre l'energia solar absorbida i l'emesa per la Terra.

El Sol activa el clima de la Terra amb la irradiació d'energia sobre el planeta i una tercera part d'aquesta energia arriba a la zona superior de l'atmosfera terrestre i es reflecteix directament de nou a l'espai. Les dues terceres parts restants són absorbides en la seua majoria per la superfície de la Terra i un poc per l'atmosfera. Per a equilibrar l'energia absorbida, la Terra ha d'irradiar la mateixa quantitat d'energia a l'espai.

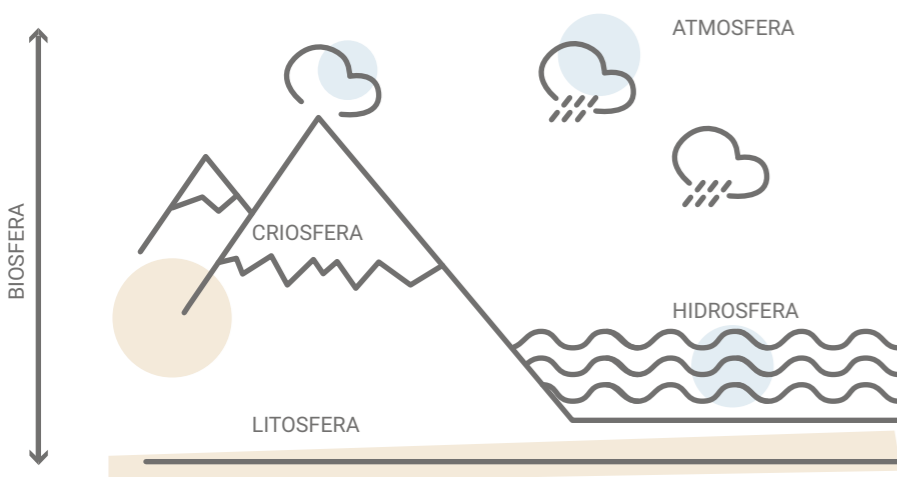
Aquest balanç pot ser modificat i generar canvis climàtics per tres causes principals:

1. La quantitat d'energia que emet el Sol (i que rep la Terra) no és constant, està sotmesa als cicles d'activitat solar, a vegades més intensos i altres menys. Per exemple, el conegut com «període càlid medieval», esdevingut entre el segle X i l'inici del XIV, es relaciona amb un període de major activitat del Sol
2. Els canvis en la posició de l'òrbita i en la inclinació de l'eix de rotació de la Terra, que provoquen que es reba

una major o menor quantitat d'energia des del Sol, per l'orientació del planeta o per la major o menor proximitat respecte a aquest.

3. En general, els períodes glacials coincideixen en moltes ocasions amb una alta excentricitat de l'òrbita, baixa inclinació de l'eix de rotació i una distància gran entre la Terra i el Sol i en els períodes interglacials sol haver-hi una baixa excentricitat, major inclinació i una menor distància de la Terra al Sol.
4. Les modificacions i interaccions entre els elements que constitueixen el denominat sistema climàtic, i que són:
 - L'atmosfera
 - L'hidrosfera
 - La litosfera
 - La criosfera
 - La biosfera

Un bon exemple d'aquestes interaccions i de com els canvis en algun dels elements del sistema climàtic provoquen modificacions climàtiques és el provocat per una intensa activitat volcànica. El 5 d'abril de 1815, una descomunal erupció del volcà Tambora, a Indonèsia, va injectar tanta cendra en la capa superior de l'atmosfera que va produir una disminució de la quantitat de llum solar que arribava a la Terra. Això va provocar una important baixada de les temperatures que va fer que 1816 es coneguera com «l'any sense estiu». També l'anomenada Petita Edat de Gel, esdevinguda aproximadament entre els segles XV i XIX, té relació amb una major activitat volcànica.



Els gasos d'efecte d'hivernacle

De tota l'energia que rep la Terra, l'energia que irradia per a equilibrar el balanç energètic no es perd en la seua major part en la immensitat de l'espai, ja que, si fora així, la temperatura de la Terra estaria entorn dels -18° C (font: IV Informe IPCC) i ocasionaria unes circumstàncies molt diferents a les que han permès que la vida s'haja desenvolupat en el planeta.

Perquè això no passe, alguns gasos que estan en l'atmosfera creen una situació similar a la d'un hivernacle, de manera que aquests gasos deixen passar la radiació solar que incideix sobre la Terra, però atrapen part de la radiació reflectida i la retornen cap a la superfície, i generen així una major temperatura mitjana terrestre. Aquests són els anomenats **gasos d'efecte d'hivernacle** (GEH), i a aquest fenomen se'l coneix com a efecte d'hivernacle, i és el causant que la temperatura mitjana de la Terra actualment estiga al voltant dels 15° C.

Cadascun dels gasos d'efecte d'hivernacle afecta l'atmosfera en diferent grau i roman allí durant un període de temps diferent. La mesura en què un GEH determinat contribueix a l'escalfament global es defineix com el seu **potencial d'escalfament global** (PEG). Per a fer comparables els efectes dels diferents gasos, el PEG expressa el potencial d'escalfament d'un determinat gas en comparació amb el que posseeix el mateix volum de CO₂ durant el mateix període de temps, per això es fa referència a emissions CO₂ - equivalent (CO₂eq). Alguns gasos provoquen molt més escalfament que el CO₂ però desapareixen de l'atmosfera més ràpidament que aquest, per contra hi ha uns altres que tenen una persistència major i plantegen més problemes durant un llarg període de temps.

El principal gas d'efecte d'hivernacle és el **diòxid de carboni** (CO₂). No és el més potent però sí el més abundant, per la qual cosa se'l considera referència per als altres, i es considera que la seua PEG és sempre 1. La seua concentració en l'atmosfera ha crescut exponencialment des de les 200 parts per milió (ppm) que presentava al final de l'última glaciació (fa uns 12.000 anys), a les 270 ppm en l'era preindustrial (segona meitat del segle XVIII), fins a aconseguir les més de 410 ppm que ja es registren en l'actualitat, concentració considerada elevada en la història de la Terra, afirmació basada en els informes de l'IPCC.

El segon gas d'efecte d'hivernacle en ordre d'importància, quant a la quantitat present en l'atmosfera, és el **metà** (CH₄). És emès des del tracte digestiu anòxic de diversos organismes vius, i en la descomposició, en ambients amb falta d'oxigen, de la matèria orgànica, sobretot en zones humides i pantans, arrossars, abocadors, colònies de tèrmits, etc. El seu origen no sols és natural, també respon a les modificacions que els éssers humans han introduït en l'activitat agropecuària, com la ramaderia intensiva, principalment de tipus boví. Prop del 40% del CH₄ que s'emet a l'atmosfera procedeix de fonts naturals (aiguamolls i tèrmits), mentre que aproximadament el 60% prové de fonts antropògenes (cria de bestiar, cultiu d'arròs, combustibles fòssils, abocadors i combustió de biomassa). El seu potencial com a gas amb efecte d'hivernacle és unes 20 vegades major que el del diòxid de carboni, i presenta una persistència en l'atmosfera de vora 12 anys. Els processos de descongelació del pergelisol estan alliberant importants quantitats de metà a l'atmosfera que estaven atrapades en aquests estrats de sòl congelat.

Li segueix l'**òxid nítrós** (N₂O), les dues terceres parts del qual són d'origen natural, però, igual que el metà, la intervenció intensiva de l'home en l'agricultura amb l'ús de fertilitzants agrícoles n'ha incrementat les emissions, a més, els processos de combustió industrials i el trànsit també contribueixen a l'increment de les seues emissions d'una manera molt destacable. És un gas amb efecte d'hivernacle unes 300 vegades més potent que el diòxid de carboni i té una persistència en l'atmosfera d'uns 114 anys.

Els altres gasos amb efecte d'hivernacle importants serien els **gasos fluorats**, alguns com l'hexafluorur de sofre amb un potencial d'escalfament 22.000 vegades major que el CO₂ i amb una persistència en l'atmosfera de vora 3.200 anys (en general els diversos gasos fluorats presenten altíssims PEG i persistències en l'atmosfera molt elevades, però presenten concentracions atmosfèriques ínfimes); l'**ozó troposfèric** (O₃), generat en reaccions químiques que apareixen en la crema de combustibles (cal no confondre aquest tipus d'ozó amb el que apareix en l'anomenada «capa d'ozó», situada entre els 15 i els 50 km d'altitud i que redueix el pas dels raigs ultraviolats); i el **vapor d'aigua**, un dels més potents per a contribuir a aquest efecte hivernacle, encara que no sol considerar-se a causa de la seua variabilitat i al seu escàs temps de permanència en l'atmosfera (uns pocs dies).

Les emissions d'aquests gasos d'efecte d'hivernacle associades a l'activitat humana han crescut des de l'època preindustrial fins a l'actualitat, però molt especialment i d'una manera molt important durant les últimes dècades, així ho revelen les mostres de gel extretes en els casquets polars i analitzades (que abasten milers d'anys de registres) i les dades directes que es recullen des de fa ja moltes dècades.

L'escalfament global

Des de la Revolució Industrial (final del s. XVIII i començament del s. XIX), però especialment durant l'últim segle, les activitats humanes han provocat, directament i indirectament, que augmente d'una manera molt important la concentració de GEH en l'atmosfera.

L'ús cada vegada major de fonts energètiques d'origen fòssil (carbó petroli i gas natural) i la imparable desforestació, especialment en les últimes dècades, ha provocat que passem d'uns nivells de CO₂, abans del començament de la Revolució Industrial, d'un 270 parts per milió (ppm), a tindre actualment valors que superen àmpliament les 410 ppm (al final de març de 2020 superava les 415 ppm. Font: The Keeling Curve). En el cas del metà s'ha passat d'una concentració preindustrial de 0,7 ppm a tindre en l'actualitat una concentració al voltant de 2 ppm (font: IPCC). També s'han produït increments en la concentració de l'òxid nítrós o dels gasos fluorats, però en menor quantitat absoluta.

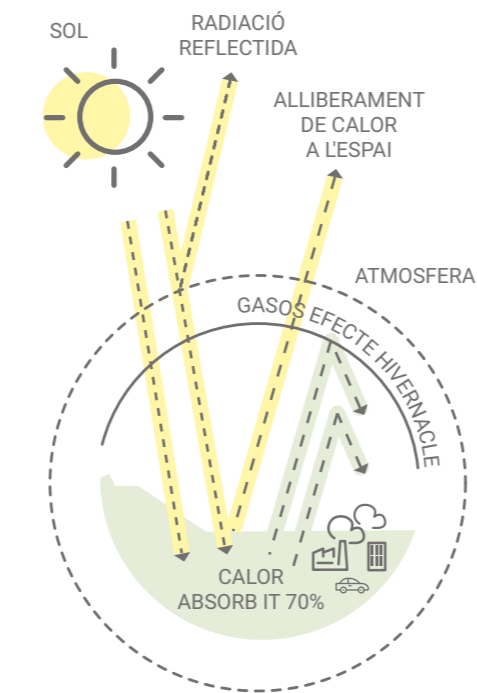
Des de 1958, s'han dut a terme mesuraments detallats de les concentracions de CO₂ atmosfèric per part de Charles D. Keeling, primer en l'Institut Scripps d'Oceanografia de La Jolla, a Califòrnia, i des de 1974 en l'observatori del volcà Mauna Loa, a Hawaii, allunyat de fonts locals de contaminació. Posteriorment, altres científics han obtingut també sèries de registres del CO₂ que han corroborat els resultats del Mauna Loa.

En les últimes dècades, sense tindre en compte les variacions estacionals, els mesuraments realitzats han posat de manifest l'increment anual de la concentració de CO₂ en l'aire, que ha sigut de mitjana d'1,5 ppm, és a dir, un 0,5% per any. (Font: IPCC).

Aquest augment de la concentració de GEH, produït majoritàriament per activitats humanes, s'ha traduït clarament en un augment de la temperatura mitjana del planeta, dit d'una altra manera, «l'hivernacle» que embolica el planeta està augmentant el seu efecte i això es veu reflectit de múltiples maneres:

- Les observacions d'increments de les temperatures mitjanes globals de l'aire i els oceans, la fusió generalitzada de la neu i el gel i l'ascens global del nivell mitjà de la mar, són conseqüències evidents d'aquest escalfament del planeta.
- El'escalfament global durant el passat segle (1901-2000) es va estimar en 0,6 °C de mitjana segons el Tercer Informe d'Avaluació de l'IPCC, publicat en 2001. En el següent tram de 100 anys, fins a l'elaboració del Quart Informe (1906-2005) la xifra va augmentar a 0,74 °C. Segons l'OMM (Organització Mundial Meteorològica), la temperatura mitjana mundial ha augmentat 1'1 °C des d'època preindustrial fins a l'actualitat (El estado del clima mundial 2015-2019).
- L'increment de la temperatura és generalitzat en el món però és més marcat a les regions àrtiques.

- L'escalfament ha sigut detectat en la superfície de la Terra i en l'atmosfera, com també en els primers centenars de metres de profunditat dels oceans. Les zones terrestres s'han escalfat més ràpidament que les mars.
- Les temperatures mitjanes de l'Hemisferi Nord, després de 1950, han sigut més altes que en cap altre període durant els últims 500 anys. Els anys 2001 a 2019 esdevenen entre els anys més càlids dels que es tenen registres de temperatura, és a dir, des de 1850.



Evidències del canvi climàtic

Les evidències d'un món més càlid són moltes: períodes més curts de congelació de l'aigua de llacs i rius, disminució de l'extensió del pergelisol (capa de gel permanent en els nivells superficials del sòl de les regions molt fredes o periglaciàles), temperatures del sòl en augment, avançament de l'eixida de fulles o la floració en vegetals, modificacions en les migracions de fauna o en la distribució d'espècies, etc.

Però els principals canvis observats científicament i percebuts cada vegada més per la gent a tot el món es poden resumir en:

- Els nivells de la mar en tot el planeta s'han elevat d'una manera evident amb l'escalfament, a una mitjana d'1,8 mil·límetres per any des de 1961 i a 3,1 mil·límetres per any des de 1993. L'elevació durant el segle XX va arribar als 17 centímetres. L'expansió de l'aigua, a mesura que s'escalfa, i el desgel de les glaceres, els casquets i les capes de gel polar contribueixen a aquest augment de manera conjunta. Les observacions indiquen que aquest procés s'accelera cada vegada més. (Font: IPCC).
- La reducció de l'extensió de neu i gel també s'ha incrementat d'una manera evident amb l'escalfament global. Les dades de satèl·lit registrades des de 1978 mostren que l'extensió mitjana anual del gel a l'Àrtic ha caigut un 2,7% cada dècada, amb disminucions majors a l'estiu. La banquisa àrtica perd superfície i gruixa cada any, i s'estima que en la dècada de 2030 podria arribar pràcticament a desaparèixer durant l'estiu polar. Les glaceres de muntanya i la cobertura mitjana de neu s'han reduït en els dos hemisferis.

Aquesta reducció de les superfícies cobertes per gel i neu generen efectes de retroalimentació de l'escalfament global en reduir-se el reflex de radiació solar que generen aquestes zones pel seu color blanc gràcies a l'efecte albedo i, per tant, incrementar-se l'absorció d'energia i la temperatura. (Font: IPCC).

- Des de 1900 a 2005, les precipitacions (pluja, aigües i neu) van augmentar significativament en zones d'Amèrica del Nord i del Sud, nord d'Europa i nord i centre d'Àsia, però van disminuir al Sahel, al Mediterrani, sud d'Àfrica i zones del sud d'Àsia. L'IPCC conclou que és «probable» que l'àrea global afectada per la sequera haja augmentat des dels anys 70. En els passats 50 anys, els dies i les nits freds i les gelades s'han fet menys freqüents en la majoria d'àrees terrestres, mentre que han augmentat els dies i les nits càlids. L'IPCC considera «probable» que les onades de calor s'hagen fet més comunes en la major part de zones terrestres, que els esdeveniments de fortes precipitacions hagen augmentat en la majoria de les àrees i que, des de 1975, les pujades extremes del nivell de la mar hagen augmentat a tot el món. Les inundacions i ciclons han ocorregut més sovint en els últims 30 anys, si bé els ciclons tropicals intensos han augmentat des d'aproximadament 1970, l'alta variabilitat registrada durant aquestes dècades i la falta d'una observació sistemàtica d'alta qualitat, prèviament a les observacions de satèl·lit, fan difícil detectar tendències de llarg termini. En general, s'ampliaran els períodes de condicions extremes, seques i episodis de pluges torrencials i inundacions, tant en freqüència com en intensitat.

- Les observacions a tot el món mostren que molts sistemes naturals estan afectats per canvis climàtics regionals, especialment pels augments de temperatura; a més, s'han incrementat els incendis forestals. També es detecten altres conseqüències dels canvis climàtics regionals, sobre les persones i els ecosistemes, diferents de les ja descrites. Són efectes que es manifesten en àmbits molt diferents, des de l'avançament en la plantació de cultius primaverals als canvis en la distribució dels pòl·lens al·lèrgics en l'Hemisferi Nord, els canvis en l'extensió de les àrees afectades per malalties infeccioses o en les activitats que depenen, per exemple, de la neu o el gel, com ara els esports de muntanya. Es tracta d'efectes sovint difícils d'identificar, a causa dels processos d'adaptació al canvi climàtic ja en marxa i al fet que poden estar actuant també altres factors que no tenen relació amb el clima.

Efectes

Les emissions acumulades de GEH, les que es continuen produint i les que es poden produir, a unes taxes iguals o superiors a les actuals, causaran més escalfament i induiran molts canvis en el sistema climàtic global durant aquest segle, canvis que seran majors que els ja observats durant el segle XX.

L'existència de nous estudis i observacions ha proporcionat a l'IPCC més certesa sobre l'exactitud dels patrons d'escalfament projectats i d'altres efectes climàtics regionals. Aquests efectes inclouen canvis en els règims de vents i precipitacions, en els esdeveniments meteorològics extrems i en el gel marí.

Els canvis previstos en l'escala regional inclouen:

- Més escalfament en les àrees terrestres i en les latituds més septentrionals, i menys en els oceans meridionals i zones de l'Atlàntic Nord.
- Reducció de l'àrea coberta per la neu i el gel, augments en la profunditat fins a la qual el pergelicol es desgelarà, i disminució de l'extensió del gel marí.
- Augment de la freqüència de temperatures extremadament altes, onades de calor i precipitacions fortes.
- Probable increment de la intensitat de ciclons tropicals.
- Desplaçament de les tempestes des dels tròpics cap als pols.
- Augment de les precipitacions en latituds altes, i probable disminució en la majoria de regions subtropicals.

Parlar d'efectes és fer-ho de possibles escenaris futurs. Els escenaris de l'IPCC (sovint coneguts com a escenaris SRES, pel document Special Report on Emissions Scenarios, publicat per l'IPCC en 2000), exploren evolucions alternatives. Tenen en compte diferents factors demo-

gràfics, econòmics i tecnològics i les seues emissions de GEH resultants. Les projeccions d'emissions basades en diferents casos són àmpliament utilitzades per a pronosticar els canvis climàtics, la vulnerabilitat i els impactes esperables en el futur. La decisió sobre quin dels diversos escenaris descrits sembla més probable es deixa oberta, ja que l'IPCC no assumeix el risc d'assignar probabilitats a cadascun d'aquests.

Les regions que, segons les previsions, seran molt especialment afectades pel canvi climàtic inclouen:

- La regió àrtica, a causa de les altes taxes d'escalfament previst i el seu impacte sobre les persones i el medi natural. Es preveu la disminució del gruix i extensió de les glaceres i afeccions sobre les capes de gel i el gel marí. Les espècies invasores poden arribar a convertir-se en un problema creixent.
- Àfrica, pels impactes esperats sobre el continent i la seua baixa capacitat d'adaptació. Les collites en l'agricultura de secà, per exemple, s'estan reduint d'una manera molt important.
- Les illes xicotetes, on les persones i les infraestructures estan altament exposades als impactes previstos, entre aquests l'elevació del nivell de la mar, que és el principal problema, com també la previsible disminució de precipitacions a l'estiu. Això reduiria la disponibilitat d'aigua dolça, la qual cosa podria implicar, en alguns casos, la incapacitat per a cobrir les demandes necessàries. És probable que un augment de precipitacions en l'hivern no pugua compensar aquesta tendència a causa de les limitacions per a l'emmagatzematge i a l'alt escolament durant les tempestes. Per exemple, en l'atol de Tarawa, Kiribati, en el Pacífic, una reducció del 10% en la precipitació

mitjana (cap a 2050) conduiria a la disminució en un 20% de les reserves d'aigua dolça. A més, més espècies invasores podrien aprofitar les altes temperatures per a colonitzar algunes illes, i interferir en els ecosistemes naturals.

- També es preveu que Austràlia i Nova Zelanda hagen d'afrontar problemes relacionats amb la reducció de la productivitat agrícola i amb les afeccions a zones riques en espècies, incloent-hi la Gran Barrera de Coral, un dels punts de major biodiversitat del planeta, o més quantitat d'incendis forestals.
- El sud d'Europa pot experimentar una reducció en la disponibilitat d'aigua. En tot el continent, les zones de muntanya patiran una reculada de les glaceres i la reducció de la cobertura de neu, la qual cosa implica una alta possibilitat d'escassetat d'aigua, i els riscos per a la salut poden augmentar a causa de les onades de calor i els incendis.
- Llatinoamèrica pot tindre dificultats amb la disponibilitat d'aigua, com a conseqüència de la reducció de les precipitacions i la reculada de les glaceres. A més, es preveu la pèrdua d'espècies significatives i, cap a la meitat del segle, la substitució gradual del bosc tropical per la sabana en l'est de l'Amazònia. L'informe Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España, publicat per l'AEMET, mostra l'escenari climàtic previsible per a la Comunitat Valenciana durant tot aquest segle, amb un clar augment de temperatures mínimes i màximes i la reducció de les precipitacions globals.

Què fer?

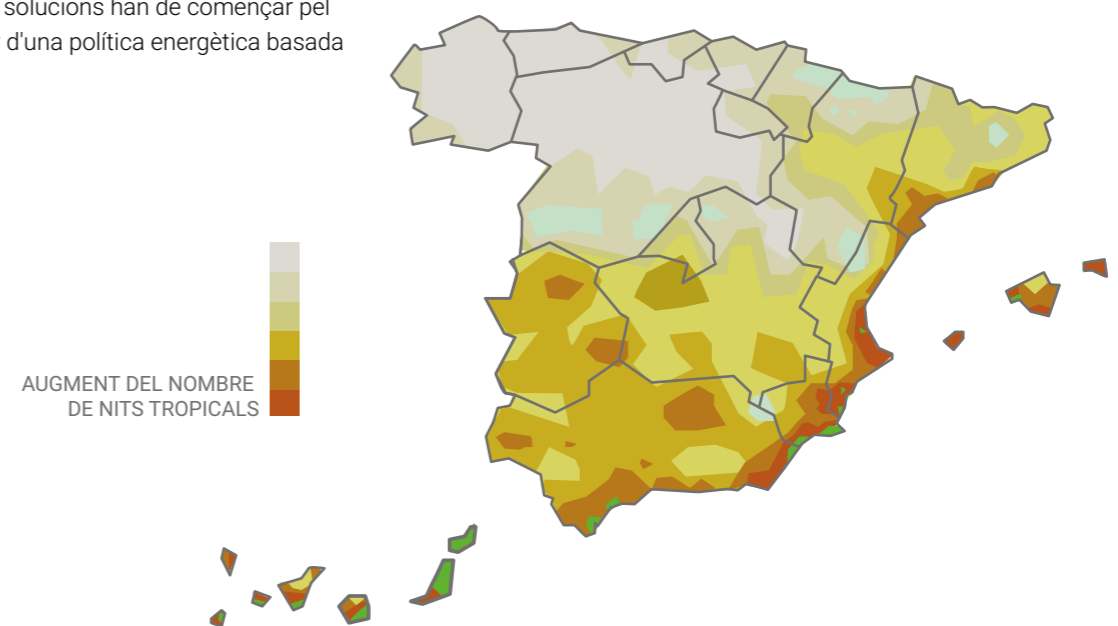
Conegut el problema, amb l'aval quasi absolut de la comunitat científica, i vista la urgència de frenar un canvi en el clima que tindrà conseqüències molt negatives per a la vida en el planeta Terra i per a la societat humana, és necessari i molt important saber que disposem dels mitjans tècnics, humans i econòmics per a poder actuar.

El repte és enorme, ja que hauriem de retallar almenys en un 50 % les emissions de CO₂ per a l'any 2050, i als països més industrialitzats apostar per disminuir aquestes fins a un 80 %. Aconseguir aquests objectius podria mantindre l'augment de les temperatures globals per davall de 2° C, com a mesura essencial per a evitar un canvi climàtic descontrolat, imprevisible i molt perillós. (Font: IPCC). L'Acord de París (COP-21, 2015) va establir una sèrie de mesures per a tractar de frenar l'ascens de temperatures globals a un màxim de 2° C, no obstant això, l'ONU estima que, encara que complirem aquestes mesures acordades, la temperatura pujaria durant aquest segle més de 3° C.

La major part de les emissions són a causa del sistema energètic actual, basat en la crema de combustibles fòssils, per tant les solucions han de començar pel disseny d'una política energètica basada

en l'estalvi, l'eficiència i en l'ús progressiu de fonts d'energia renovables, tot això enfocat a implantar en la nostra societat un model de consum energètic sostenible. També cadascun dels ciutadans, que diàriament fan ús de l'energia, aqueixa energia que posa en marxa les seues vides, pot aportar molt en l'acció contra el canvi climàtic si incorporen unes senzilles bones pràctiques en la seua rutina habitual. De la mateixa manera, la reducció i correcta gestió dels residus; l'ús eficient i l'estalvi de l'aigua, una mobilitat més sostenible o canvis en la producció i consum d'aliments, comportaran també un fort impuls en la consecució de l'objectiu de no superar els 2° C de temperatura mitjana del planeta. El desenvolupament d'una economia circular, que incloga una important reducció de les emissions de GEH és fonamental per a poder combatre el canvi climàtic.

A més, també és molt important la recuperació, protecció i adequada gestió dels sistemes naturals com a aliats bàsics per a la lluita contra el canvi climàtic. Cal frenar l'alteració dels espais naturals, que continuen sent destruïts per transformacions agroramaderes, incendis o construcció d'infraestructures.



Fitxes de treball a l'aula

Entendre l'efecte d'hivernacle	Visualitzar el que significa «l'efecte d'hivernacle» per al planeta. Relacionar aquest fenomen amb el canvi climàtic	Gasos d'efecte d'hivernacle (GEH). Efecte d'hivernacle. Calfament global	Observació i investigació de l'entorn. Maneig d'instruments d'observació i mesura	A partir de 10 anys
Augment de l'efecte d'hivernacle	Visualitzar l'acció del CO ₂ respecte a l'augment de la temperatura. Relacionar aquest efecte amb el canvi climàtic	Efecte d'hivernacle. Calfament global	Observació i investigació de l'entorn. Maneig d'instruments d'observació i mesura	A partir de 10 anys
Detectant el CO₂	Visualitzar l'acció del CO ₂ respecte a l'augment de la temperatura. Relacionar aquest efecte amb el canvi climàtic	Cicle del carboni	Observació i investigació de l'entorn. Maneig d'instruments d'observació i mesura	A partir de 14 anys
Observant el CO₂	Visualitzar l'acció del CO ₂ respecte a l'augment de la temperatura i els processos en què es genera. Relacionar aquest efecte amb el canvi climàtic	Cicle del carboni. Processos biològics. Fermentació	Observació i investigació de l'entorn	A partir de 10 anys
La inclinació de la Terra i el clima	Relacionar els moviments del planeta: translació i rotació i la seua inclinació amb els canvis climàtics i els períodes estacionals	Rotació. Translació. Eix de rotació. Sistemes climàtics	Observació i investigació de l'entorn. Maneig d'instruments d'observació i mesura	A partir de 10 anys
El desgel i les seues conseqüències	Comprovar que quan un iceberg que sura en la mar es fon no provoca l'augment del nivell de la mar. Mostrar aplicacions pràctiques de la teoria científica	El principi d'Arquimedes. Sistemes climàtics	Observació i investigació de l'entorn	A partir de 10 anys
L'efecte albedo	Comprendre com s'absorbeix i reflecteix la radiació solar que arriba a la superfície terrestre i com contribueixen a l'equilibri les masses de gel i neu	Radiació solar. Efecte albedo	Observació i investigació de l'entorn. Maneig d'instruments d'observació i mesura	A partir de 12 anys
El motor dels corrents	Observar com dos fluids que entren en contacte amb diferent temperatura i densitat generen moviment. Relacionar aquest fenomen amb els corrents marins i el clima de la Terra	Els corrents marins. El motor termohalí. Sistemes climàtics	Observació i investigació de l'entorn	A partir de 12 anys

Comprendre l'efecte de la salinitat marina	Comprendre els efectes de la salinitat marina sobre elements com la biodiversitat o els corrents. Relacionar aquest efecte amb el canvi climàtic	Els corrents marins. El motor termohalí	Observació i investigació de l'entorn	A partir de 12 a nys
Quin sòl ha tingut més CO₂?	Relacionar els següents conceptes: matèria orgànica, carboni orgànic i CO ₂ . Comprendre el paper del sòl com a embornal de CO ₂	Matèria orgànica. Embornal de CO ₂ . Fotosíntesi. Ecosistemes terrestres	Observació i investigació de l'entorn. Interpretació de plànols i mapes	A partir de 14 anys
El CO₂ i les plantes	Mesurar el CO ₂ absorbit per una planta herbàcia. Que els alumnes adquirisquen habilitats de treball en el laboratori	Biomassa CO ₂ absorbit. Cicle del carboni	Observació i investigació de l'entorn. Maneig d'instruments d'observació i mesura	A partir de 14 anys
Extracció i separació de pigments fotosintètics	Destacar el paper de la vegetació en la lluita contra el canvi climàtic. Comprendre el procés fotosintètic unit a l'absorció de CO ₂	Fotosíntesi. Pigments fotosintètics. Fixació de CO ₂	Observació i investigació de l'entorn. Maneig d'instruments d'observació i mesura	A partir de 14 anys
Augment de l'acidesa del medi aquàtic per absorció de CO₂	Comprovar com l'absorció de CO ₂ genera acidificació de l'aigua. Comprendre els efectes de l'acidificació de la mar sobre l'hàbitat marí	Cicle del carboni. Acidificació	Observació i investigació de l'entorn. Maneig d'instruments d'observació i mesura	A partir de 14 anys
Alteracions en organismes vius amb cobertes de carbonat càlcic	Comprendre els efectes de l'acidificació de la mar sobre l'hàbitat marí, les espècies i les cadenes tròfiques	Cicle del carboni. Acidificació. Ecosistemes marins. Cadena tròfica	Observació i investigació de l'entorn	A partir de 14 anys

Entendre l'efecte d'hivernacle

Objectius:

- Comprendre en què consisteix l'efecte d'hivernacle.
- Visualitzar què significa «l'efecte d'hivernacle» per al planeta.
- Relacionar aquest fenomen amb el canvi climàtic.

Activitat:

L'activitat consisteix a comparar com augmenta la temperatura en dos pots de vidre iguals, que són sotmesos a la mateixa font de calor. En un pot l'increment de temperatura és major per raó d'aquest efecte d'hivernacle creat artificialment.

Informació:

Si l'energia que irradia la Terra, després de ser calfada per la llum del Sol, es perd a l'immensitat de l'espai, la temperatura mitjana del planeta estaria al voltant dels -18°C . Per a equilibrar el balanç energètic alguns gasos que es troben en l'atmosfera, els anomenats gasos d'efecte d'hivernacle (GEI) creen una situació similar a la d'un hivernacle, de manera que deixen passar la radiació solar que incideix sobre la Terra, però atrapen part de la radiació reflectida i la retornen cap a la superfície.

Aquest fenomen es coneix com a efecte d'hivernacle, el causant que la temperatura mitjana de la Terra se situe al voltant dels 15°C . El principal gas amb efecte d'hivernacle és el diòxid de carboni (CO_2), però també contribueixen a aquest efecte el metà (CH_4), l'òxid nítrós (N_2O), l'hexafluorur de sofre (SF_6), els hidrofluorocarburs (HFC) i els perfluorocarburs (PFC).

Desenvolupament:

Col·loquem dos gots de vidre amb un termòmetre xicotet dins, de manera que siga fàcil llegir la dada de temperatura. El termòmetre marcarà la temperatura ambient. Després col·loquem els dos gots davall d'un llum que genere calor. La temperatura de l'aire que hi ha a l'interior dels gots començarà a pujar. Un dels gots es cobreix amb un altre got o recipient de vidre més gran i que permeta contindre'l.

El col·loquem com si fora una campana, de manera que el got original quede cobert pel superior, tal com mostra la imatge. En aquest got la calor generada pel llum queda atrapada a l'interior de la campana i provoca que augmente la temperatura. El motiu és senzill: el got més gran, que recobreix l'original, deixa passar la llum i això fa que el xicotet es calfe, però no deixa escapar la calor que s'ha generat a l'interior, a manera d'efecte d'hivernacle, i això es reflecteix en la lectura del termòmetre

Edat: a partir de 10 anys.

Duració: 15 minuts.

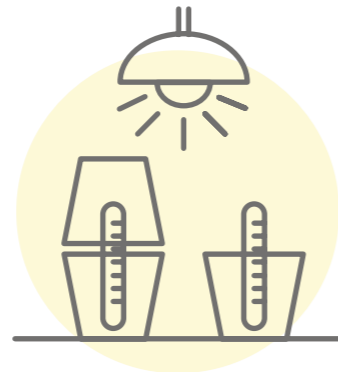
Grup: 5-6 alumnes

Materials: Dos gots de vidre mitjans, un got de vidre gran, dos termòmetres d'alcohol xicotets, un llum i una bombeta de resistència de més de 60 watt.

Espai: Qualsevol.

Consultar:

Educació i Comunicació enfront del Canvi Climàtic
<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/cambio-climatico.aspx>



Augment de l'efecte d'hivernacle

Objectius:

- Visualitzar l'acció del CO_2 respecte de l'augment de la temperatura.
- Relacionar aquest efecte amb el canvi climàtic.

Activitat:

L'activitat consisteix a comparar com augmenta la temperatura en dos pots de vidre iguals, que són sotmesos a la mateixa font de calor. En un pot l'increment de temperatura és més gran a causa del CO_2 que es genera a l'interior.

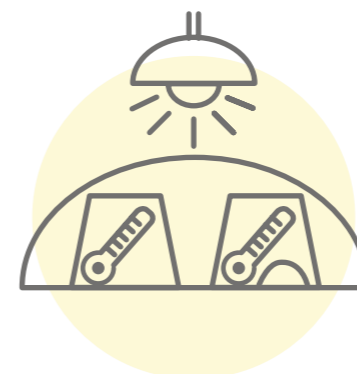
Informació:

La científica Eunice Newton Foote va presentar l'any 1856 «*Circumstances Affecting the Heat of Sun's Ray*» davant de l'Acadèmia Americana de Ciències i Arts. En la seua investigació va descobrir que una atmosfera amb més quantitat de CO_2 podria elevar la temperatura de la Terra, i que això mateix ja havia ocorregut en alguns moments de la història del planeta.

El 1894, el geòleg suec Arvid Gustav Högborn va escriure un article en què es preguntava com afectaria a la temperatura l'alliberament de CO_2 a l'atmosfera per la crema massiva de carbó. I si augmentava la temperatura mitjana? Augmentaria el vapor d'aigua en l'atmosfera i, per tant, retroalimentaria aquest procés incrementant encara més la temperatura?

El 1896, el científic suec Svante Arrhenius, basant-se en les estimacions de Högborn, va concloure que si la concentració de CO_2 en l'atmosfera fora la meitat, seria suficient per a produir una glaciació, mentre que si es duplicara aquesta concentració generaria un calfament entre 5 i 6 graus centígrads.

Els anys finals de la dècada dels cinquanta i principi de 1960, Charles Keeling, amb un intens estudi amb corbes de concentració de CO_2 atmosfèric a Mauna Loa (Hawaii) va confirmar aquesta teoria i va posar una de les bases per al coneixement del canvi climàtic.



Desenvolupament:

Col·loquem dos gots mitjans de vidre amb un termòmetre xicotet dins, de manera que siga fàcil llegir la dada de temperatura. El termòmetre marcarà la temperatura de l'interior del got. Després col·loquem els dos gots (boca cap avall) davall d'un llum que genere calor i els cobrirem amb un got de vidre gran. La temperatura de l'aire que hi ha a l'interior dels gots començarà a pujar. Comprovarem que en els dos gots l'ascens és similar.

Repetirem el procés, però en un got xicotet —que càpia dins d'un dels gots mitjans— mesclarem dues cullerades xicotetes de bicarbonat sòdic i 40 ml de vinagre. La reacció produirà CO_2 .

Immediatament introduïrem la mescla dins d'un dels gots mitjans i taparem els dos gots mitjans amb els gots grans. Els exposarem al focus de llum, juntament amb el termòmetre dins dels gots. Al cap d'uns pocs minuts podrem observar que al got on hi ha una més concentració de CO_2 la temperatura és lleugerament més alta, com a conseqüència de la major concentració d'aquest.

Edat: a partir de 10 anys.

Duració: 35 minuts.

Grup: 5-6 alumnes

Materials: Un got de vidre xicotet, dos gots de vidre mitjans i dos gots de vidre gran, dos termòmetres d'alcohol xicotets, un llum i bombeta incandescent de més de 60 watt. Bicarbonat sòdic, vinagre i una cullereta.

Espai: Qualsevol.

Consulteu:

The Keeling curve
<https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/>

Detectant el CO₂

Objectius:

- Visualitzar la presència del CO₂ en l'atmosfera.
- Relacionar aquesta presència amb processos reactius químics amb altres compostos de l'atmosfera i de la superfície terrestre.

Activitat:

L'activitat consisteix a comprovar que el CO₂ està present en l'atmosfera i és un compost reactiu i participa en la dinàmica atmosfèrica i la regulació del clima.

Informació:

L'atmosfera està composta per diversos gasos (principalment nitrogen 78% i oxigen 21%, i 1% aproximadament d'una mescla d'altres gasos). Entre aquests hi ha el CO₂, en poca quantitat, però amb un gran potencial de calfament, és el principal gas d'efecte d'hivernacle (GEI), juntament amb altres com el metà, l'ozó troposfèric o l'òxid nítrós.

El CO₂ es produeix en processos biològics de respiració, però també és un compost que s'emet en grans quantitats en els processos de combustió dels anomenats combustibles fòssils derivats del carbó, el petroli o el gas natural, que fan que augmente la seua concentració en l'atmosfera i afavoreixen el calfament global i el canvi climàtic.

Edat: a partir de 14 anys.

Duració: 20 minuts.

Grup: 5-6 alumnes

Materials: Un got, dos matrassos, sosa, aigua, fenolftaleïna, un pot o botella amb la tapa o el tap foradats, un tub fi de plàstic, una cullereta, un parell de pipetes, paper de plata, bicarbonat sòdic i vinagre.

Espai: Qualsevol espai ventilat.

Observacions: Cal prendre mesures de precaució per a evitar que la sosa o la dissolució de sosa entre en contacte amb la pell o qualsevol altra part del cos.

Consulteu:

Educació i Comunicació enfront del Canvi Climàtic
<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/cambio-climatico.aspx>

Desenvolupament:

En un got xicotet dissoldrem una escata o boleta de sosa càustica en uns 50 ml d'aigua.

En dos matrassos, posarem uns 100 ml d'aigua en cada un i afegirem 10 gotes de la dissolució d'hidròxid de sodi (sosa) que hem preparat prèviament.

Afegirem a cada matràs una gota de fenolftaleïna (*La fenolftaleïna, de fórmula C₂₀H₁₄O₄, és un indicador de pH que en dissolucions àcides es manté incolor, però en dissolucions bàsiques pren un color rosat amb un punt de viratge entre pH=8,2 (incolor) i pH=10 (magenta o rosat).*)

La dissolució dels matrassos agafarà un color rosat, i això indica que té un PH superior a 8,2.

Taparem amb paper de plata la boca d'un dels matrassos que ens servirà de referència.

En un pot o botella de plàstic que haurem preparat prèviament foradant la tapa o el tap i fent passar pel forat un tubet de plàstic, posarem vinagre i bicarbonat càlcic. Ràpidament, el taparem i posarem l'altre extrem del tubet que ix de la botella dins del matràs que no hem tapat amb paper de plata; el tubet farà arribar el gas que es genera (CO₂) de dins del pot o de la botella fins a la dissolució que tenim dins del matràs. Observarem com el color rosa desapareix ràpidament a causa del sobtat descens del PH en entrar gran quantitat de CO₂ (vegeu l'experiment 13: Augment de l'acidesa del medi aquàtic).

Podem repetir l'experiment però bufant nosaltres i bambollejant en la dissolució de sosa tenyida per fenolftaleïna. Veurem com perd el color rosa també però li costa més temps ja que la concentració de CO₂ en l'aire que expirem és d'aproximadament el 5%, mentre que el cas de reacció del vinagre amb el bicarbonat és molt superior.



Observant el CO₂

Objectius:

- Visualitzar la presència del CO₂ en l'atmosfera.
- Relacionar la presència del CO₂ en l'atmosfera amb processos biològics i d'altres de caràcter antròpic.
- Relacionar aquesta presència amb processos reactius químics amb altres compostos de l'atmosfera i de la superfície terrestre.

Activitat:

L'activitat consisteix a comprovar que el CO₂ està present en l'atmosfera, és un compost reactiu que participa en la dinàmica atmosfèrica i que es produeix en processos biològics i d'altres d'origen antròpic, com la combustió de combustibles.

Informació:

L'atmosfera està composta per diversos gasos (principalment nitrogen 78% i oxigen 21%, i 1% aproximadament d'una mescla d'altres gasos). Entre aquests hi ha el CO₂, en poca quantitat, però amb un gran potencial de calfament, és el principal gas d'efecte d'hivernacle (GEI) juntament amb d'altres com el metà, l'ozó troposfèric o l'òxid nítrós.

El CO₂ es produeix en processos biològics de respiració, però també és un compost que s'emet en grans quantitats en els processos de combustió dels anomenats combustibles fòssils derivats del carbó, el petroli o el gas natural, que fan augmentar la seua concentració en l'atmosfera i afavoreixen el calfament global i el canvi climàtic.

Edat: a partir de 10 anys.

Duració: 40 minuts.

Grup: 5-6 alumnes

Materials: Llevat premsat, sucre, un globus, un got, una botella de uns 200 ml, un embut, un recipient on càpia la botella, una cullera i aigua a uns 37° C.

Espai: Qualsevol.

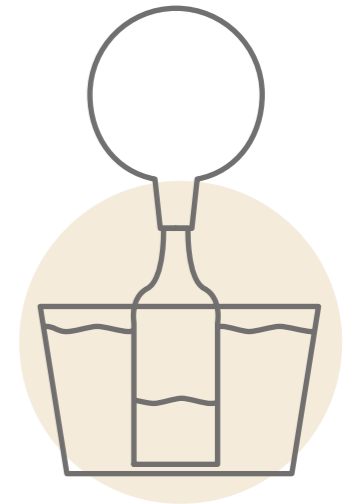
Observacions: Cal prendre mesures de precaució per a evitar possibles cremades si cal fem l'aigua.

Desenvolupament:

En un got dissoldrem dues cullerades de llevat en una miqueta d'aigua calenta i afegirem una cullerada de sucre, la dissolem també.

Aquesta dissolució, amb l'ajuda d'un embut, la passarem a una botella i la col·locarem en un recipient (tipus carmanyola o similar) ple amb aigua calenta i que cobrisca la major part de la botella (sense que aquesta arribe a surar).

Posarem un globus a la boca de la botella, mantenint la temperatura de l'aigua en uns 37° C durant tota l'experiència. A poc a poc, anirem veient que el globus s'infla perquè els llevats utilitzen el sucre com a aliment i, en el procés, alliberen diòxid de carboni, gas que infla el globus.



La inclinació de la Terra i el clima

Objectius:

- Conèixer com els moviments de la Terra: rotació i translació influeixen en l'alternança de les estacions i en el clima d'una manera determinant i com el grau d'inclinació de l'eix de rotació és molt important per a entendre com ha canviat el clima al llarg de la història del planeta.
- Relacionar el canvi d'orientació de l'eix de rotació de la Terra amb els períodes estacionals.

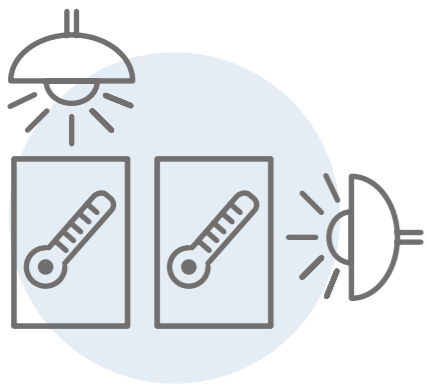
Activitat:

L'activitat consisteix a comparar com es modifica la temperatura en funció del grau d'inclinació amb què una superfície rep una determinada radiació.

Informació:

La radiació que arriba fins a la Terra procedent del Sol es reparteix sobre la superfície. En funció del nivell d'inclinació amb què arribi fins a la superfície terrestre, aquesta radiació es concentrarà sobre una àrea més extensa o menys i, per tant, generarà una temperatura més o menys elevada. Durant l'hivern el nivell d'inclinació és més alt, per això una unitat d'energia rebuda es reparteix per més superfície i, per tant, la temperatura és més baixa. A l'estiu ocorre al contrari, el grau d'inclinació és menor, és a dir la radiació arriba d'una manera més directa, amb la qual cosa es reparteix per una superfície menor, es concentra més i, per tant, s'aconsegueix una temperatura més alta.

Al llarg de la història del planeta, l'òrbita, la proximitat al Sol i l'eix de rotació han experimentat canvis que han generat, al seu torn, alteracions en el clima del planeta.



Desenvolupament:

Col·locarem dues cartolines de color blanc, d'igual superfície, sobre una taula i sobre cada una, un termòmetre (els dos termòmetres que usarem han de ser iguals i marcar inicialment la mateixa temperatura). Sobre una de les cartolines col·locarem un suport que permeti aguantar una llanterna que faci incidir la llum de manera directa sobre el termòmetre; a l'altra cartolina col·locarem la llanterna perquè faci incidir la llum en el termòmetre de manera paral·lela a la superfície. En els dos casos haurem de col·locar les llanternes de manera que el focus lluminós quedi a la mateixa distància de cada termòmetre, uns 12-13 cm, aproximadament. Deixarem uns 20 minuts en funcionament les llanternes. Una vegada transcorregut aquest temps, observarem els valors que marquen els dos termòmetres.

Comparem els dos resultats obtinguts amb els valors inicials i entre aquests.

Edat: a partir de 10 anys.

Duració: 35 minuts.

Grup: 4-5 alumnes

Materials: Dos termòmetres, dues cartolines blanques, dues llanternes o fonts de llum iguals (aquestes fonts de llum han de generar calor, no valen les llanternes de leds), un metro o un regle, un suport per a sostindre una llanterna.

Espacio: Qualsevol.

El desgel i les seues conseqüències

Objectius:

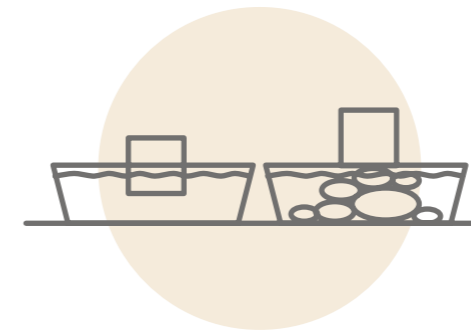
- Comprovar que quan un iceberg que sura en el mar es fon no provoca l'augment del nivell del mar.
- Mostrar aplicacions pràctiques de la teoria científica.

Activitat:

Es tracta de visualitzar el que ocorre quan un bloc de gel xicotet, que sura en un recipient amb aigua, es fon quan augmenta la temperatura.

Informació:

Hi ha la creença errònia respecte als icebergs marins, i és que en fondre's generen un augment del nivell del mar. Aquesta és una imatge molt relacionada amb el canvi climàtic, el desgel i la posterior pujada del nivell del mar, però té matisos; el principal és que la massa de gel continental és la que pot provocar un augment perillós del nivell del mar si se'n produeix el desgel permanent. En refredar-se, l'aigua es contrau fins als 4° C, moment a partir del qual s'expandeix, i resulta menys densa que l'aigua en estat líquid. L'iceberg flotant ja ocupa un volum en el mar, fins i tot més gran que el que ocuparà l'aigua en estat líquid, per això quan els icebergs es fonen no eleven el nivell del mar, perquè en fondre's el gel el volum d'aigua en què es converteixen és menor que el que ocupen en estat sòlid. I això és el que ocorre al nostre planeta. Al pol Nord, el gel està sobre aigua, sobre l'oceà Àrtic (l'anomenada banquisa); si es fonguera, el nivell del mar no variaria, com pot comprovar-se en l'experiment. Al pol Sud (Antàrtida) o a Groenlàndia, en canvi, el gel està sobre superfície terrestre; si aquest gel es fonguera, augmentaria la quantitat d'aigua dels oceans i, per tant, el nivell del mar.



Desenvolupament:

En una safra col·locarem un bloc de gel xicotet i hi afegirem aigua fins que arribi a la vora; crearem la impressió a primera vista que l'aigua pot sobreixir del recipient quan el gel es fongui. En un altra safra similar col·locarem unes quantes pedres al fons i sobre aquestes un bloc de gel igual, després hi afegirem l'aigua, que a penes arribarà al gel però que estarà molt prop de la vora del recipient, a punt de sobreixir. Quan els participants puguin veure els dos recipients, els plantejarem la pregunta següent: Què ocorrerà en cada un dels recipients en el moment que els blocs de gel comencen a fondre's? La resposta és clara: en el primer cas, el gel es fondrà i el volum d'aigua no experimentarà cap alteració i, per tant, no sobreixirà; en canvi, el gel que reposa sobre les pedres, una vegada es fongui, provocarà que l'aigua augmenti en la safra i, per tant, sobreixca.

Edat: a partir de 10 anys.

Duració: uns 10-15 minuts de preparació, més el que tarde el gel a desfer-se.

Grup: tota la classe.

Materials: 2 safes, 2 blocs de gel, unes quantes pedres i aigua.

Espai: Qualsevol.

Observacions: Els blocs de gel es poden fer fàcilment omplint brics nets amb aigua i congelant-los. Per a extraure'n el bloc de gel, tallarem el bric i l'en traurem. Depositarem el bric tallat al contenidor per a envasos lleugers (groc). Les dues safes que usarem es poden posar dins d'altres dues safes o contenidors que recullen l'aigua que sobreixca o la que pugui caure en qualsevol moviment imprevist.

Consulteu:

Educació i Comunicació enfront del Canvi Climàtic
<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/cambio-climatico.aspx>

L'efecte albedo

Objectius:

- Visualitzar el paper que juguen les superfícies terrestres de color blanc (gel, neu) en reflectir part de la radiació solar que arriba a la Terra en la contenció del calfament global.
- Relacionar aquest efecte amb els processos de pèrdua de glaceres i casquets polars gelats.

Activitat:

L'activitat consisteix a observar com una superfície de color blanc reflecteix més radiació que una altra superfície de color negre i, per tant, es calfa menys.

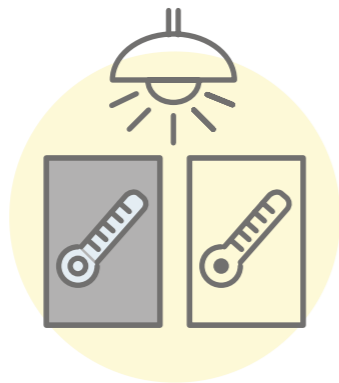
Informació:

La radiació solar que arriba fins a la superfície de la Terra és reflectida o absorbida en funció de les característiques del substrat sobre el qual incideix.

Les superfícies de colors clars o blanc reflecteixen una gran part de la radiació que els arriba (per això són blanques); no obstant això, les que presenten altres colors absorbeixen tota la radiació o una part en funció del color que presenten (si és negra absorbeix tot l'espectre de radiació que rep).

En funció de l'absorció de l'energia que es rep, es potencia un major o menor increment de la temperatura de la superfície i també es potencia o no el calfament global i el procés de canvi climàtic.

Actualment, el procés de fusió de zones polars i glaceres, fins ara cobertes de gel i neu que reflectien la radiació, està deixant al descobert els substrats que hi havia davall d'aquestes capes gelades, que són de colors que en comptes de reflectir la radiació tendeixen a absorbir-la i, per tant, incrementen i retroalimenten encara el més el procés de calfament global i el canvi climàtic que es veu accelerat.



Desenvolupament:

Col·locarem una cartolina negra i una blanca, l'una al costat l'altra. Sobre cada una situarem un termòmetre tapat amb un got xicotet col·locat boca cap avall.

Situarem sobre les dues cartolines, a igual distància dels dos gots amb els termòmetres, un flexo amb una bombeta de resistència (que faça calor). Observarem la temperatura al principi de l'experiència (ha de ser igual en els dos termòmetres).

Deixarem uns 15-20 minuts que pugui la temperatura en els termòmetres calfats per la bombeta.

Passat aquest temps, observarem la temperatura que presenten els dos termòmetres.

Compararem la temperatura que apareix en el situat sobre la cartolina negra amb el que hi havia sobre la cartolina blanca.

Edat: a partir de 12 anys.

Duració: 35 minuts.

Grup: 5-6 alumnes

Materials: Dos gots xicotets, dos termòmetres xicotets, una cartolina blanca i una negra igual de grans, un flexo amb una bombeta incandescent (que produísca calor).

Espai: Qualsevol espai.

Observacions: Cal prendre mesures de precaució per a evitar que es toque amb la mà la bombeta i pugui cremar.

El motor dels corrents

Objectius:

- Observar com dos fluids que entren en contacte amb diferent temperatura i densitat generen moviment.
- Relacionar aquest fenomen amb els corrents marins i el clima de la Terra.

Activitat:

L'activitat consisteix a observar com l'aigua calenta ascendeix a l'interior d'un recipient amb aigua, mentre que l'aigua freda descendeix, dins del mateix recipient.

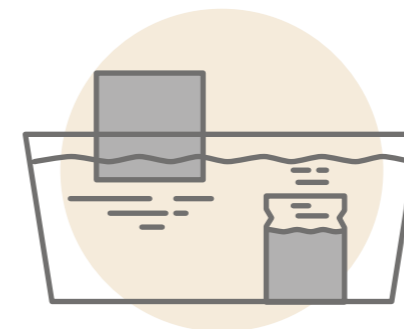
Informació:

La convecció és un fenomen que genera, en part, els vents i els corrents oceànics. Un fluid quan es calfa ascendeix i quan es refreda descendeix, de manera que això explica, en part, el moviment de les aigües oceàniques a escala global, per l'ascens d'aigües calentes i el descens d'aigües fredes, que traslladen grans quantitats de calor al llarg del planeta.

Desenvolupament:

Farem diversos glaçons de color blau o negre, afegint colorant vegetal o tinta de calamar a l'aigua abans de ficar-la al congelador. D'altra banda, calfarem uns 40 ml d'aigua (en un microones) en un flascó xicotet (un matràs volumètric xicotet dona molt bon resultat), amb unes gotes de colorant roig. Tant els glaçons com el flascó de l'aigua calenta s'han d'introduir en un recipient transparent i gran ple d'aigua. L'aigua calenta es col·loca en un flascó xicotet, amb un pes al fons (per exemple, rosques) perquè en introduir-lo al flascó gran ple d'aigua se'n vaja al fons.

No obstant això, els glaçons es quedaran surant en la superfície de l'aigua, al mateix recipient. A partir d'aquest moment observarem com l'aigua calenta tintada del flascó ascendeix, mentre que l'aigua freda fosca del gel se submergeix.



Edat: a partir de 12 anys.

Duració: uns 10 minuts de preparació, més 10 minuts de realització.

Grup: 5-6 alumnes.

Materials: Colorants per a aliments o tinta de calamar o iode, aigua, un microones per a calfar l'aigua, glaçonera per a fer els glaçons de color, un flascó xicotet (matràs volumètric xicotet), unes quantes rosques, un recipient transparent gran.

Espai: Qualsevol.

Observacions: Com a colorants per a fer els glaçons podem usar tinta de calamar, i per a tintar l'aigua calenta podem utilitzar colorant alimentari (taronja) o iode.

Consulteu:

Educació i Comunicació davant del Canvi Climàtic
<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/cambio-climatico.aspx>

Comprendre l'efecte de la salinitat marina

Objectius:

- Comprendre els efectes de la salinitat marina sobre elements com la biodiversitat o els corrents.
- Relacionar aquest efecte amb el canvi climàtic.

Activitat:

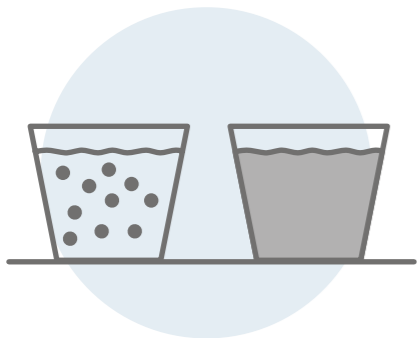
L'activitat consisteix a comprovar com la concentració de sal provoca diferències quant a la distribució de l'aigua en l'aigua salada.

Informació:

La salinitat és el contingut de sals minerals dissoltes en un volum d'aigua. La principal d'aquestes sals minerals és el clorur sòdic (NaCl), que li dona el sabor salat. El percentatge mitjà que hi ha als mars i oceans és de 3,5% (35 grams per cada litre d'aigua). Aquesta salinitat varia segons la intensitat de l'evaporació o l'aportació d'aigua dolça procedent dels rius i el desgel.

El procés de pèrdua de gels polars i glaceres pot aportar ingents quantitats d'aigua dolça al medi marí, que provocaria també canvis en la salinitat d'aquest entorn. La salinitat és un factor ambiental de gran importància, ja que afecta processos com els corrents marins o la distribució d'espècies animals i vegetals, adaptades a determinades concentracions de sals.

Qualsevol modificació en els paràmetres de la salinitat marina provocaria alteracions en els corrents marins i en la distribució i presència de la biodiversitat.



Desenvolupament:

Col·locarem un got de vidre gran amb aigua en l'agitador (si no disposem d'agitador magnètic, ho farem manualment remenant amb una cullera) i hi abocarem sal (3 o 4 cullerades soperes, ha de tindre una concentració alta de sal). Ho agitarem fins que la sal es dissolga per complet en l'aigua.

Al got de vidre mitjà posarem aigua (sense sal) fins a la meitat del seu volum més o menys i un colorant perquè l'aigua quede de color. Agitarem per a dissoldre el colorant en l'aigua. Abocarem, amb molta cura, sense generar moltes turbulències, l'aigua dolça acolorida que tenim al got mitjà, sobre l'aigua salada del got gran.

En abocar amb cura l'aigua dolça (aquesta presenta una densitat diferent i menor de la que té l'aigua salada) no es mesclaran, i es crearan dues fases d'aigua (dalt, la dolça i davall, la salada) que es podran diferenciar fàcilment per la coloració, amb la presència d'una interfase tèrbola.

Edat: a partir de 12 anys.

Duració: 15 minuts.

Grup: 5-6 alumnes

Materials: Un got de vidre mitjà, un got de vidre gran, aigua, sal (clorur sòdic), agitador magnètic, una cullera, colorant.

Espai: Qualsevol.

Observacions: Com a colorant podem usar-ne un d'ús alimentari o iode.

Consulteu:

Educació i Comunicació enfront del Canvi Climàtic
<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/cambio-climatico.aspx>

Quin sòl ha tingut més CO₂?

Objectius:

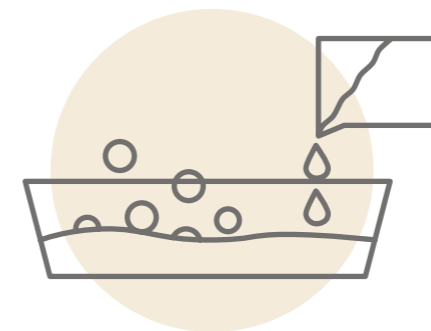
- Relacionar els conceptes següents: Matèria orgànica, C orgànic i CO₂.
- Comprendre el paper del sòl com a embornal de CO₂.

Activitat:

Aquesta pràctica proposa determinar entre tres mostres de sòls quin emmagatzema més diòxid de carboni, comparar la retenció de CO₂ en els sòls de diferents països de la Unió Europea i plantejar mesures per a augmentar la retenció de CO₂ dels sòls.

Informació:

El sòl representa un dels grans magatzems de C dels ecosistemes terrestres, ja que conté més del doble de C que l'atmosfera i prop de tres vegades més que la vegetació; per tant, és un important embornal de CO₂. Les plantes tenen la capacitat de captar el CO₂ atmosfèric i mitjançant processos fotosintètics transformar-lo en C orgànic; una part és emmagatzemada en el seu teixit i una altra part en el sòl a través de les arrels de les plantes. Així mateix, les plantes quan moren comencen a descompondre's per acció dels microorganismes, i per respiració d'aquests emeten part del CO₂ que havien emmagatzemat, mentre que una altra fracció (entre la tercera i cinquena part) tornarà al sòl en forma de matèria orgànica viva o humus. Per tant, es dedueix que un sòl amb més contingut de matèria orgànica serà un sòl més ric en C orgànic, i això ens indicarà que ha retingut més CO₂.



Desenvolupament:

Prendrem tres mostres de sòl i les posarem en tres vasos de precipitats. En afegir-hi aigua oxigenada, amb precaució ja que la reacció forma molta espuma, si ixen bombolles indica la presència de matèria orgànica. En els sòls molt orgànics cal tindre molta cura a l'hora d'afegir a poc a poc l'aigua oxigenada. Si no hi ha efervescència indica que la mostra no conté matèria orgànica; si l'efervescència és lleu, significa que hi ha matèria orgànica en quantitats xicotetes; i si l'efervescència és forta, conté gran quantitat de matèria orgànica. De manera que la mostra que posseeix més C orgànic haurà retingut més CO₂.

Seguidament als alumnes mostrarem el mapa que indica el contingut de carboni orgànic dels sòls dels països de la Unió Europea i els demanarem que observen les diferències entre els diferents països, i comproven la situació dels sòls espanyols responent a les qüestions següents: Quin país presenta un sòl amb més retenció de CO₂? I els sòls espanyols, quant de C orgànic per hectàrea contenen? Quines mesures proposeu per a augmentar el C orgànic del sòl?

Edat: a partir de 14 anys.

Duració: 30 minuts.

Grup: 5-6 alumnes.

Materials: Tres gots de precipitats, tres mostres de sòls diferents, pinces i aigua oxigenada.

Espai: Qualsevol.

Consulteu:

Sustainable agriculture and soil conservation
<http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/projects/SOCO/FactSheets/ENFactSheet-03.pdf>

El CO₂ i les plantes

Objectius:

- Mesurar el CO₂ absorbit per una planta herbàcia.
- Que els alumnes adquirisquen habilitats de treball en el laboratori.

Activitat:

Aquesta pràctica proposa calcular el CO₂ absorbit per una mostra de planta herbàcia i determinar la biomassa en forma de matèria seca que conté la mostra.

Informació:

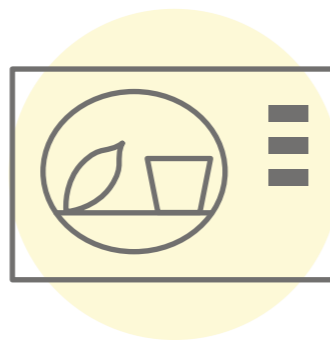
Per a avaluar el CO₂ fixat per una planta és necessari determinar la biomassa en forma de matèria seca que conté. Aquest valor està relacionat amb el contingut de carboni que es considera el 50% de la biomassa (font: MAGRAMA). Una vegada conegut el contingut en carboni es pot saber el CO₂ absorbit per la planta per a emmagatzemar aquest carboni, multiplicant la quantitat de carboni per 3,67 (relació entre la molècula de CO₂ i el pes atòmic del C).

Desenvolupament:

En una balança pesarem uns 100 g d'una planta herbàcia (fulles), prèviament llavada per a eliminar-ne les impureses i assecada.

Després la tallarem en trossos d'uns 3 cm. Els participants anotaran el pes exacte de la mostra una vegada tallada en trossos. Col·locarem els trossos en un plat i l'introduïrem en un microones, amb un got amb aigua, durant 5 minuts a una potència de 850 W. Amb guants i amb precaució traurem el plat i el tornarem a pesar, i l'introduïrem novament al microones amb l'altre got amb aigua a temperatura ambient. Repetirem aquesta operació fins que siga evident que el pes s'ha estabilitzat, fet que indica que s'ha evaporat tota l'aigua de la mostra i que el residu que queda és la matèria seca. Ara aplicant les següents fórmules, obtindrem el contingut de C i el CO₂ contingut en la mostra:

Pes matèria seca (g) × 0,5 = contingut de carboni (g)
 Contingut de carboni (g) × 3,67 = CO₂ contingut en la mostra (g)



Edat: a partir de 14 anys.

Duració: 30 minuts.

Grup: Depèn del material, però no més de 15.

Materials: Un microones, una balança de precisió, dos plats, tissors, un got de vidre, aigua, guants de protecció per a l'ús del microones, fulles d'una planta herbàcia.

Espai: Qualsevol habitat per a l'ús dels instruments necessaris.

Observacions: Podem usar fulles de bledes per a aquesta experiència, donen bon resultat. Cal anar amb compte a l'hora traure el plat amb els trossos de fulles dessecades del microones per a no cremar-se.

Consulteu:

Educació i Comunicació enfront del Canvi Climàtic
<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/cambio-climatico.aspx>

Extracció i separació de pigments fotosintètics

Objectius:

- Destacar el paper de la vegetació en la lluita contra el canvi climàtic.
- Comprendre el procés fotosintètic unit a l'absorció de CO₂.

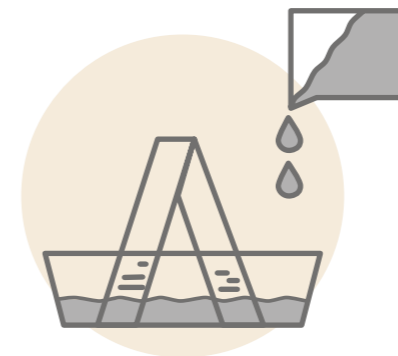
Activitat:

Aquesta pràctica proposa visualitzar els diferents pigments fotosintètics que es troben a les fulles d'una planta, i relacionar la seua funció amb l'absorció de CO₂ de l'atmosfera i, per tant, amb el canvi climàtic.

Informació:

La fotosíntesi és el procés que permet als vegetals obtenir la matèria i l'energia que necessiten per a desenvolupar les seues funcions vitals, i es du a terme gràcies a la presència a les fulles i a les tiges joves de pigments, capaços de captar l'energia lumínica.

Entre els diferents mètodes que hi ha per a separar i obtenir aquests pigments es troba el de la cromatografia, que és una tècnica que permet la separació de les substàncies d'una mescla i que tenen una afinat diferent pel dissolvent en què es troben. De tal manera que en introduir una tira de paper en aquesta mescla el dissolvent arrossega amb diferent velocitat els pigments segons la solubilitat que tinguen i els separa, fet que permet identificar-los perfectament segons el color.



Desenvolupament:

Tallarem les fulles triades en trossos xicotets amb unes tissors i les posarem en un morter. A continuació, s'hi afegim un poc d'alcohol de 96°, que impregne bé les fulles. A partir d'aquest moment picarem la mescla amb cura i en farem una pasta amb la textura d'una salsa densa. Podrem observar com l'alcohol va adquirint un tint de color intens. Una vegada acabat aquest pas, col·locarem aquesta pasta sobre un embut al qual prèviament li haurem col·locat un filtre de paper assecant. Pressionant lleugerament la mescla, anirà caient l'alcohol de color a l'interior del recipient que hurem col·locat davall de l'embut per a recollir el líquid resultant del filtratge. Una vegada recollit, prepararem sobre una placa de Petri o un plat xicotet una tira de paper assecant de 10 × 2 cm, doblegada per la meitat i posada dreta a manera d'escala o v invertida, per a facilitar que es mantinga vertical, tocant el fons del plat o la placa. Finalment, abocarem amb cura l'alcohol recollit del recipient a la placa de Petri o al plat, i en entrar en contacte amb la tira de paper assecant començarà a ascendir-hi per capil·laritat. Deixarem uns minuts i, a poc a poc, aniran apareixent a la tira de paper unes bandes de colors (verds-clorofil·les, grocs-xantofil·les, rojos i taronges-carotens) que assenyalen la presència dels diferents pigments presents en el vegetal utilitzat.

Edat: a partir de 14 anys.

Duració: 30 minuts.

Grup: Un màxim de 4 alumnes per equip.

Materials: fulles vegetals, morters, tissors, cullereta, embut, matràs, paper assecant, placa de Petri o plat xicotet i alcohol de 96°. Un drap humit per a netejar les taules on triturem amb el morter.

Espai: Ampli i amb accés a aigua.

Observacions: Podem usar fulles de bledes per a aquesta experiència, amb aquestes obtindrem bandes verdes i grogues; amb fulles de remolatxa, podrem obtenir en la tira de paper bandes de colors verd, groc i roig.

Consulteu:

Educació i Comunicació enfront del Canvi Climàtic
<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/cambio-climatico.aspx>

Augment de l'acidesa del medi aquàtic

Objectius:

- Visualitzar l'acció del CO₂ respecte a l'acidificació del medi aquàtic (bàsicament el medi marí).
- Relacionar aquest efecte amb l'increment de la concentració de CO₂ atmosfèric.

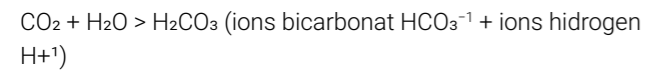
Activitat:

L'activitat consisteix a comparar com es modifica el PH de l'aigua continguda en un got quan s'hi addiciona CO₂.

Informació:

El CO₂ atmosfèric és absorbit pel medi aquàtic en grans quantitats, la qual cosa fa que els mars i oceans siguin un important embornal en la lluita contra el canvi climàtic.

No obstant això, aquest procés provoca una acidificació d'aquest medi a causa de la reacció:



Aquesta reacció genera un descens del PH i l'acidificació del medi aquàtic.

Desenvolupament:

Col·locarem un got amb d'aigua fins a la meitat. Prendrem una mostra de l'aigua i mesurarem amb un sistema de mesurament (paper tornassol, pH-metre, pastilles) el PH que presenta.

A continuació, i amb l'ajuda de 2 o 3 palletes (una per alumne/a participant), bufarem aire dins de l'aigua que hi ha al got per a fer borbollar l'aigua durant uns minuts (3-4).

Una vegada passat aquest temps, i havent injectat aire i, per tant, també CO₂ de la respiració, en l'aigua, tornarem a mesurar una altra vegada el PH de l'aigua.

Compararem els dos resultats obtinguts.

Edat: a partir de 14 anys.

Duració: 15 minuts.

Grup: 4-5 alumnes.

Materials: Un got, unes palletes, aigua, material per a mesurar el PH.

Espai: Qualsevol.

Consulteu:

Educació i Comunicació enfront del Canvi Climàtic
<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/cambio-climatico.aspx>



Alteracions en organismes vius amb cobertes de carbonat càlcic

Objectius:

- Visualitzar l'efecte que provoca l'acidificació del medi aquàtic (bàsicament el medi marí) sobre els organismes vius que tenen algun tipus de coberta o incrustació de carbonat càlcic (CaCO₃).
- Relacionar aquest efecte amb les alteracions en ecosistemes, comunitats biològiques i cadenes tròfiques.

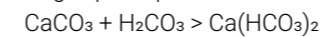
Activitat:

L'activitat consisteix a observar com un medi àcid altera les estructures de carbonat càlcic d'origen biològic.

Informació:

El CO₂ atmosfèric absorbit pel medi aquàtic provoca una acidificació d'aquest medi (vegeu l'experiment 13: Augment de l'acidesa del medi aquàtic):

El procés d'acidificació provoca que en els organismes aquàtics (bàsicament marins) que presenten concrecions calcàries (petxines, corfes, cutícules...), aquestes es ressenten i són més fràgils per aquesta reacció:



L'alteració d'aquestes estructures en organismes marins (animals i vegetals) provoca la reducció d'exemplars o que aquests siguin més sensibles a altres alteracions.

Això provoca que les comunitats biològiques i les cadenes tròfiques on es troben aquests organismes es vegin també alterades, i afecten el conjunt de l'ecosistema.

Desenvolupament:

Col·locarem en un got poca quantitat d'aigua forta o salfumat (àcid clorhídric (HCl)).

En una placa de Petri o similar col·locarem algun element biològic amb carbonat càlcic: una petxina, una corfa...

Amb l'ajuda d'una pipeta posarem unes gotes del salfumat del got sobre l'element de carbonat càlcic i deixarem que es produísca la reacció: s'observarà un bambolleig.

Després d'un minut observarem l'efecte produït sobre l'estructura de carbonat càlcic. Podem repetir-ho.

Edat: a partir de 14 anys.

Duració: 15 minuts.

Grup: 4-5 alumnes.

Materials: Un got, una pipeta, una placa de Petri o similar, un poc de salfumat, petxines o corfes de carbonat càlcic d'origen biològic, guants de protecció per a les mans per a manipular el salfumat.

Espai: Qualsevol espai ventilat.

Observacions: Cal prendre mesures de precaució per a evitar que el salfumat entre en contacte amb la pell o qualsevol part del cos, i fer l'experiment en un lloc ventilat.



Audiovisual dels experiments

Ací pots veure la realització d'alguns dels experiments.



<https://www.youtube.com/watch?v=6zozLmlTa5c&t=122s>



https://www.youtube.com/watch?v=aC_rA70Hfv4&t=549s

Bibliografia

- Un Mundo en desequilibrio: la contaminación de nuestro planeta. Jon Erickson. Madrid. McGraw- Hill, 1997.
- La historia del sol y el cambio climático. Manuel Vázquez Abeledo. Madrid. McGrawHill. 1998.
- Cambio climático: hacia un nuevo modelo energético. Colegio Oficial de Físicos. Asturias. 1999.
- Un futur sostenible?. F. Sapiña. Barcelona. Bromera. 2001.
- Quemando el futuro. Clima y cambio climático. A. Ruiz. Madrid. Nívola. 2001.
- El calentamiento global en España. Un análisis de sus efectos económicos y ambientales. F. Hernández. Madrid. C.S.I.C. 1999.
- Cambio climático: ciencia, impacto, adaptación y mitigación. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente. 2002.
- Los caprichos del océano. Efectos sobre el clima y los recursos vivos. B. Voituriez. Madrid. UNESCO. 2003.
- Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. J.M. Moreno. Madrid, MIMAM, 2005.
- El cambio climático más allá de Kioto. Elementos para el debate. F.J. Rubio. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente. 2006.
- Buenas prácticas para la reducción de emisiones de CO2 equivalente a nivel individual. P. Díez. Madrid. Movimiento por la Paz, el Desarme y la Libertad. 2005.
- La venganza de la Tierra. La teoría Gaia y el futuro de la humanidad. J. Lovelock. Barcelona. Planeta. 2007.
- Una verdad incómoda. La crisis planetaria del calentamiento global y cómo afrontarla. A. Gore. Barcelona. Gedisa. 2007.
- El canvi climàtic a casa nostra. M.J. Picó. Valencia. Bromera. 2007.
- El cambio climático: pasado y futuro. Alley, Richard B. Madrid. Siglo XXI. 2007.
- Unidad didáctica Climática. Proxecto de Educación Ambiental Cambio Climático. F. Soñora. Xunta de Galicia. 2007.
- Mi primera guía sobre el cambio climático. Gallego, José Luis. Barcelona. 2008.
- Cambio climático: el coste de la inacción y el coste de la adaptación. Agencia Europea de Medio Ambiente. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2008.
- Juegos y actividades de cultura ambiental y cambio climático, de 8 a 12 años. F.J. Sánchez. Ediciones Mágina, editorial Octaedro Andalucía. 2008.
- Frenar el cambio climático. Un reto de todos. Cuaderno del alumnado y guía del educador. F. López (Coor.). 2008.
- Combatir el cambio climático desde el hogar. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. 2008.
- Frenar el cambio climático. Un reto de todos. Material didáctico de educación ambiental. Departamento de Medio Ambiente. Gobierno de Aragón. 2008.
- El cambio climático explicado a mi hija. Jean-Marc Jancovici. Fondo de cultura económica. 2010.
- El grito de la Tierra. Biosfera y cambio climático. R. Tamames. RBA. 2010.
- La sociedad ante el cambio climático: conocimientos, valoraciones y comportamientos en la población española. Meira Cartera, Pablo Ángel; Arto Blanco, Mónica; Montero Souto, Pablo. Madrid: Fundación Mapfre. 2009.
- Educación ambiental y cambio climático: respuestas desde la comunicación, educación y participación ambiental. Heras Hernández, Francisco. La Coruña. CEIDA. 2010.
- Conoce y valora el cambio climático. Propuestas para trabajar en grupo. Pablo Ángel Meira Cartera (Coor.); Mónica Arto Blanco et al. Madrid. 2011.
- El Cambio Climático en la Comunitat Valenciana. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. 2011.

Webs i materials digitals

- <https://co2now.org/>
- <https://www.greeningtheblue.org/>
- <https://unfccc.int/2860.php>
- <https://www.redciudadesclima.es/index.php/>
- <https://www.idae.es/>
- <https://climate.nasa.gov/>
- <https://www.noaa.gov/>
- <https://www.ipcc.ch/spanish/>
- https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portalestematicos/Cclimatico/informe_ipcc.aspx
- <https://showyourstripes.info/>
- <https://www.2degreesinstitute.org/>
- <https://www.climatelevels.org/>
- <https://www.unenvironment.org/es/resources/informe/informe-especial-del-ipcc-sobre-el-oceano-y-lacriosfera-en-un-clima-cambiante>
- http://www.aemet.es/es/noticias/2019/03/Efectos_del_cambio_climatico_en_espanha
- <https://migracionesclimaticas.org/wp-content/uploads/2018/11/Informe-migraciones-climaticas-una-aproximacion-al-panorama-actual.pdf>
- <https://www.ihobe.eus/publicaciones/52-gestos-por-cambio-climatico-2>
- https://interactive.carbonbrief.org/impacts-climate-change-one-point-five-degrees-two-degrees/?utm_content=buffer-621d0&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer
- http://awsassets.wwf.es/downloads/SPANISH_WWF_ClimateSpecies_Report2018.pdf?_ga=2.64130287.1987014819.1551185705-2012746599.1551185705



**GENERALITAT
VALENCIANA**

Conselleria d'Agricultura,
Desenvolupament Rural,
Emergència Climàtica
i Transició Ecològica



**CENTRE D'EDUCACIÓ
AMBIENTAL**

DE LA COMUNITAT VALENCIANA