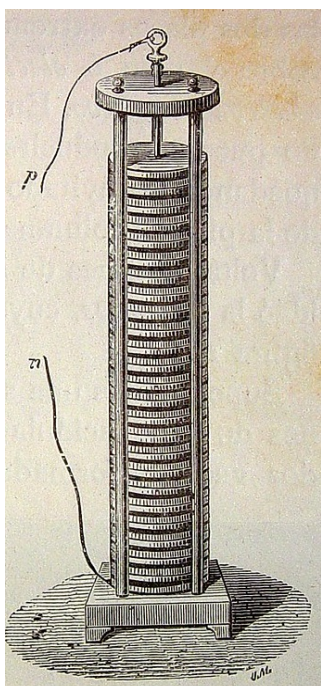
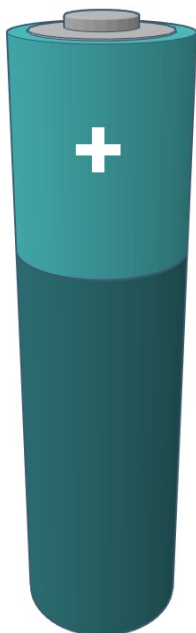


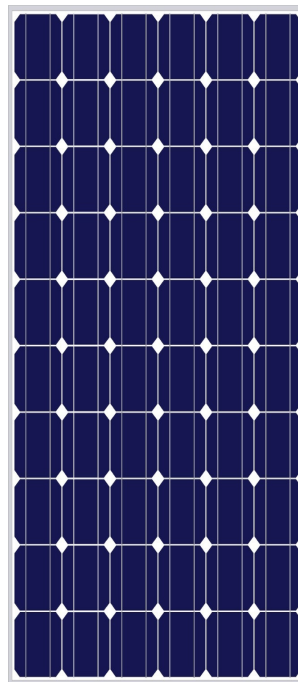
2. GENERADORS DE CORRENT CONTINU



Pila elèctrica de Volta



Pila elèctrica actual



Panell fotovoltaic

Jordi Achón
Jordi Regalés
Jaume Riera

CESIRE
Departament d'Educació
Generalitat de Catalunya

BCN 2019





Aquesta unitat se centra en dos tipus de generadors de corrent continu: les que es basen en processos electroquímics (les piles i les bateries) i les cèl·lules fotovoltaïques. Altres menes de generadors de corrent continu, com els electromecànics i les piles d'hidrogen, no els tractarem aquí.



L'expressió Energia Elèctrica l'heu escoltada moltes vegades. Ens detindrem una mica en el concepte científic de l'energia ja que s'utilitzarà al llarg d'aquest tema i ens servirà per comprendre una mica més en què consisteix l'electricitat i els enginys tecnològics que l'usen i la produeixen.

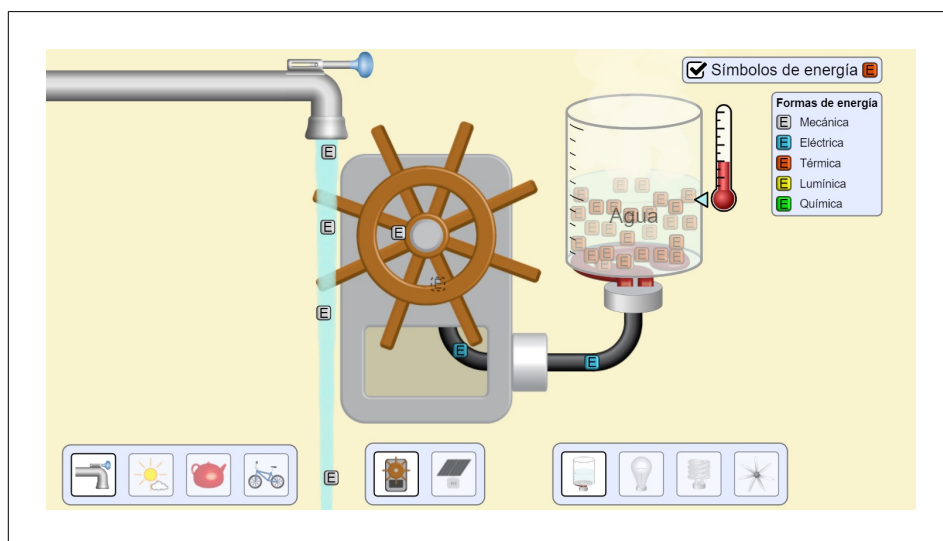
Una primera aproximació al concepte d'energia és la definició següent : l'energia és la **capacitat d'un cos** per produir un **efecte** o un **canvi**. Que un cos tingui una capacitat vol dir que és capaç de fer una acció determinada consumint energia.

Cal aclarir que l'energia és un concepte abstracte, que no és un objecte que s'amagui dins dels cossos. En podem percebre els seus efectes, però no és una cosa que puguem veure o tocar. És una magnitud física (com la massa, la longitud etc.) que es pot mesurar a partir dels canvis que produeix



Useu aquest [simulador del Phet](#) per explorar tres característiques bàsiques de l'energia:

- L'energia pot emmagatzemar-se.
- Hi ha diferents formes d'energia (mecànica, elèctrica, química, lumínica, tèrmica, nuclear, etc.)
- L'energia pot **transferir-se** d'un cos a un altre, aleshores adopta una nova forma.



Després d'explorar aquesta simulació és el moment d'enunciar un principi bàsic de la ciència: quan l'energia es transfereix, es conserva, però també en perd una part que es degrada o es dissipa.



Una fita en la història de l'energia elèctrica és la invenció de les piles i de les bateries, que utilitzem en multitud d'aparells. Aquesta història comença amb **Alessandro Volta** (1745-1827). L'element bàsic del seu enginy elèctric era una parella de discos de zinc i de coure en mig dels quals hi havia un drap impregnat d'aigua amb sal. Si es connectava un fil conductor d'electricitat (de coure) entre els dos discos, aleshores, s'evidenciava que hi circulava electricitat. Si se n'apilaven uns quants, d'aquests discos (d'aquí el nom de pila), els efectes elèctrics es feien més visibles.



Muntem una pila de Volta i comprovem amb un LED que, efectivament, es genera un corrent elèctric.

Materials:

Monedes de 2 o 5 cèntims (coure)

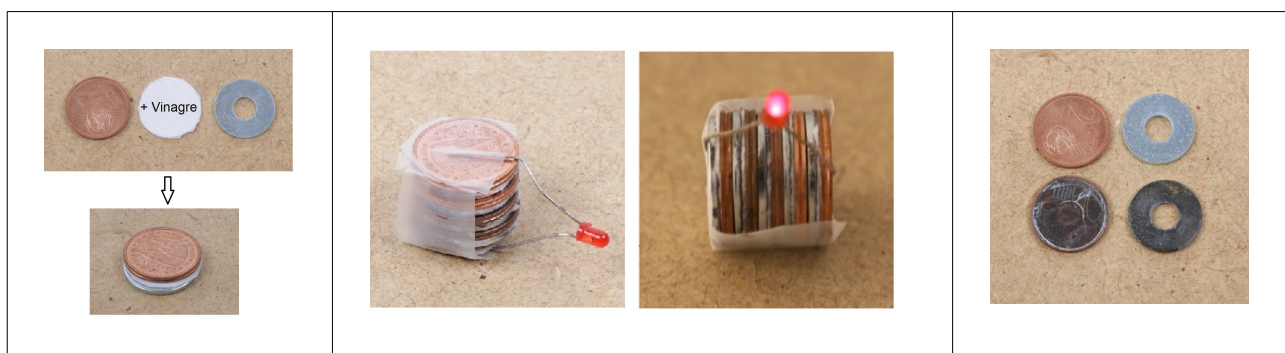
Volanderes zincades grans com les monedes

Draps retallats a mida de les monedes

Vinagre

LED

Cel·lo



Tot i que faci llum, el LED no és una bombeta. Cal col·locar-lo bé. La pota més llarga ha de fer contacte amb el coure (la moneda). En una altra unitat examinarem el LED amb més detall.

De moment, es comprova que muntar una pila elèctrica és prou senzill. Ara bé, comprendre el fenomen que hi té lloc no ho és tant. En aquesta unitat intentarem exposar i comprendre les beceroles d'aquest generador elèctric.



Deixeu la pila funcionant fins que el LED ja no faci llum. Trigarà unes poques hores. Després desmunteu-la i observeu que la superfície de la moneda i de la volandera en contacte amb el vinagre ha canviat: s'han ennegrit. Per tant, alguna cosa ha canviat del coure i del zinc. Hi ha hagut un **canvi químic**, és a dir, que el coure i el zinc han reaccionat al contacte amb el vinagre. D'alguna manera, que ara no exposarem, aquest canvi químic ha generat un corrent elèctric. El fet és que la pila transforma energia química en energia elèctrica. Vet aquí l'esquema d'aquesta idea:



A l'època de Volta, tot i que s'hi especulava molt, no se sabia que la matèria estava formada per un centenar i escaig d'**àtoms** diferents i que tots ells estan formats per tres partícules diferents amb major o menor quantitat: els **protons** i els **neutrons** que s'apleguen en un nucli central de l'àtom i un núvol **d'electrons** en moviment constant que l'envolta. Tampoc sabien que:

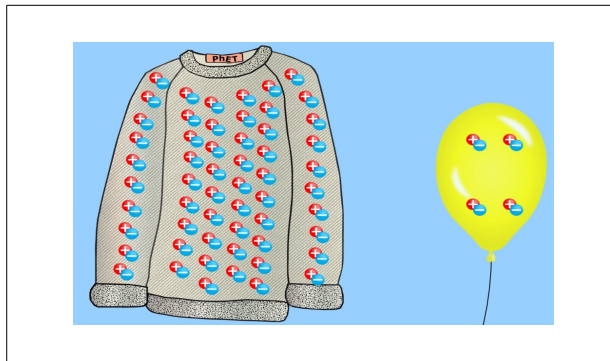
- Protons i electrons tenen una càrrega elèctrica de signe contrari (els electrons negativa i els protons positiva). En els àtoms hi ha la mateixa quantitat d'electrons que de protons, per això diem que l'àtom està en **equilibri elèctric**.
- Pot passar que els àtoms d'un cos perdin electrons, aleshores, és diu que està **carregat** positivament (més protons que electrons), de manera que atraurà els electrons d'un altre cos. També pot passar que guanyi electrons, aleshores, el cos queda carregat negativament (pol negatiu), i tendirà a cedir els electrons que li sobren a un altre cos que li'n faltin (pol positiu).
- Els canvis químics de la pila produeixen aquest **desequilibri** d'electrons entre els seus pols.



Dos cossos que tenen càrregues elèctriques contràries tendeixen a equilibrar-se al posar-se en contacte. Un cedeix electrons i l'altre els recupera. Hi ha un munt d'experiències sobre això. Mireu aquesta [simulació](#) del Phet.

Millor si disposeu d'un globus i un drap de llana. Fregueu intensament el globus amb la llana. En

la simulació observareu que la llana cedeix electrons i el globus en guanya.



Quan dos cossos amb càrregues elèctriques contràries entren en contacte o es troben molt a prop s'atrauen i en cas contrari es repel·leixen. Una propietat que les càrregues elèctriques comparteixen amb els imants.



Si feu l'experiència i deixeu el globus enganxat a la peça de llana, al cap d'un temps és desenganxa. Què ha passat?



Si es desenganxen és perquè ja no hi ha atracció entre ells, és a dir, que han equilibrat les respectives càrregues elèctriques. Això significa que els electrons sobrers d'un cos passen al l'altre, per tant s'ha produït un **moviment d'electrons**. Per dir-ho d'una altra manera, el cos amb càrrega positiva ha xuclat els electrons que sobraven del cos amb càrrega negativa.



Per a que hi hagi un moviment d'electrons d'un cos a un altre es necessari que un estigui carregat positivament i l'altre negativament, és a dir, que un tingui excés d'electrons i l'altre un dèficit. Dit de manera més planera: que a un cos li sobrin electrons i a l'altre li'n faltin. Heus aquí el principi de la pila elèctrica.



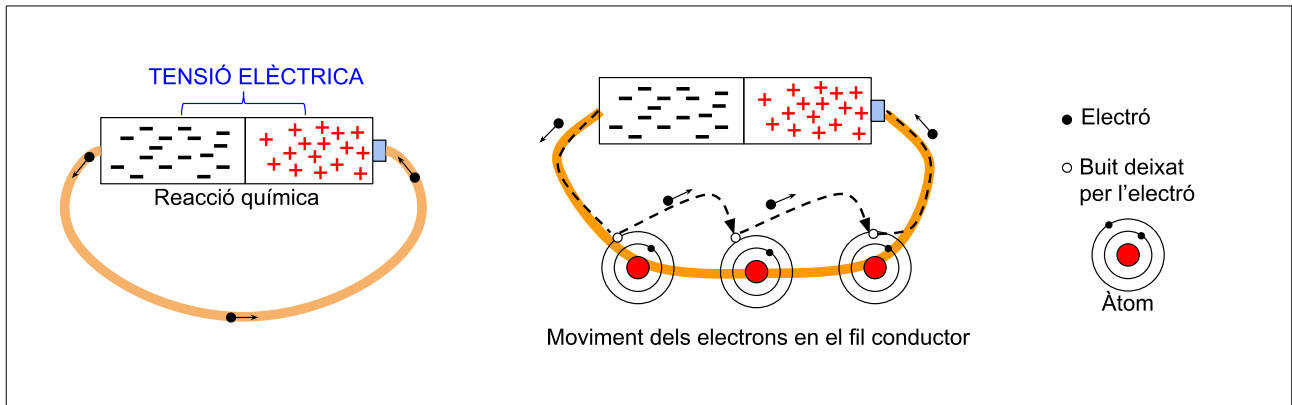
Així que el misteriós **fluid elèctric**, que tant fascinava a l'època de Volta (i a la nostra), capaç de passar per l'interior dels **fils conductors** sòlids són **electrons desplaçant-se** a través dels àtoms que el formen. I la **pila** els posa en marxa.



I com s'ho fa, la pila, per posar en marxa els electrons? Com es desplacen els electrons a l'interior del fil conductor?



Comprendre com funciona la pila elèctrica requereix d'un conjunt de coneixements de química i de física que no entomarem aquí, per bé que intentarem fer-nos una idea aproximada, que s'exposa en aquest esquema:



- Les reaccions químiques entre els materials de la pila fan que un material d'aquesta perdi electrons i, per tant, la seva càrrega elèctrica esdevindrà positiva (pol positiu). Aquests electrons van a parar a l'altra part de la pila, que guanyarà electrons, per tant, la seva càrrega elèctrica serà negativa (pol negatiu).
- Entre els dos pols hi ha un desequilibri de càrregues elèctriques, però l'estructura de la pila impedeix que aquesta s'equilibri, és a dir, que els electrons excedents del pol negatiu passin al positiu. De manera que la pila generarà la energia elèctrica necessària per mantenir-hi el desequilibri elèctric, això mentre no se li esgotin els reactius químics.
- A aquest desequilibri elèctric entre els pols (energia elèctrica) se l'anomena també **Tensió Elèctrica**. Un nom que vol expressar que la comunicació interior entre els dos pols està bloquejada i tensada, ja que, per un costat, el pol positiu triba per obtenir electrons del negatiu i, per l'altre costat, aquests els empenya per treure-se'ls de sobre.
- La situació es desbloquejarà només quan els dos pols es comuniquin per l'exterior de la pila mitjançant un **circuit elèctric**. Aleshores:
 - Els electrons del conductor exterior que toca el pol positiu són xuclats immediatament cap a l'interior del pol, ja que és deficitari d'electrons.
 - Els electrons del conductor que toquen el pol negatiu són repel·lits immediatament, és a dir, empentats conductor endins.
- Els primers electrons, en abandonar els seus àtoms deixen llocs buits i desequilibren la càrrega elèctrica dels seus àtoms, i aquests, per tornar a equilibrar-se, atrauen electrons dels àtoms veïns, els quals, a la vegada, capturen electrons dels àtoms veïns, i així successivament ... De manera que els electrons van saltant d'àtom en àtom al llarg del conductor i així es produeix un moviment d'electrons el sentit del qual va del pol negatiu

al positiu.

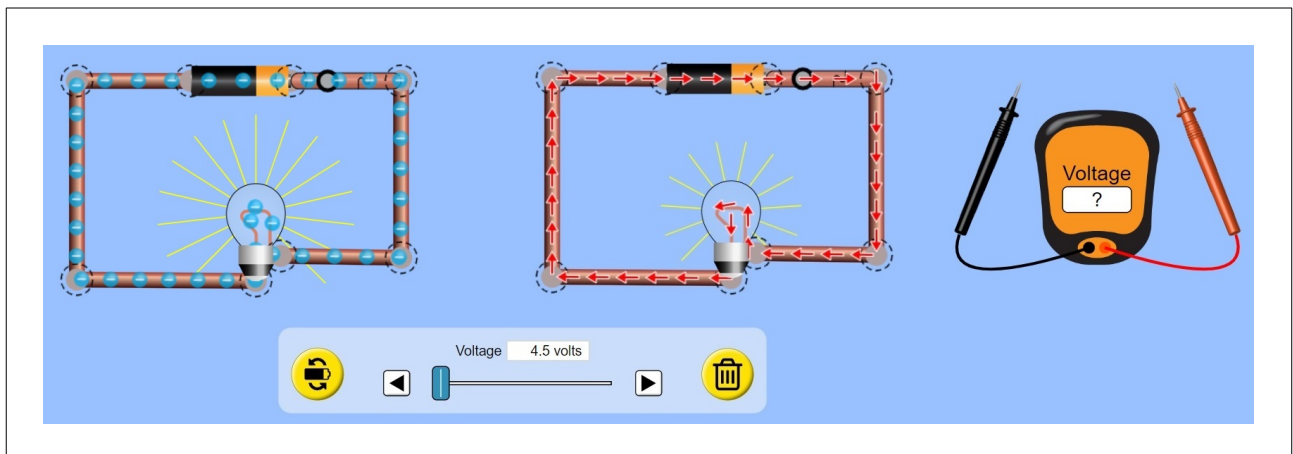
i A la tensió elèctrica també se l'anomena **voltatge**, perquè la seva unitat de mesura és el **volt**, en record de Volta, l'inventor de la primera pila elèctrica. L'aparell per mesurar la tensió elèctrica s'anomena **voltímetre**.

Però atenció: que el voltatge d'una pila sigui més gran que el d'una altra no significa que els electrons vagin més ràpid pels conductors, perquè això depèn també de les característiques del conductor i dels enginyers elèctrics que conté.

i Una pila sola no fa res, és més: amb el temps es descarrega. Ha de formar part d'un circuit elèctric. Un circuit elèctric el formen al menys una pila i un enginyer elèctric (bombeta, motor, etc.) amb uns fils conductors que connecten els pols de la pila amb l'enginyer.

Mirem-nos la pila elèctrica com una **màquina química que produeix tensió elèctrica** per posar en marxa un desplaçament d'electrons per l'interior del fil conductor que comunica els dos pols i els enginyers elèctrics que aquest connecti. Aquest desplaçament d'electrons saltant d'àtom a àtom el coneixem com a corrent elèctric.

🔧 A partir d'ara treballarem amb el [simulador de circuits elèctrics](#) del Phet, per bé que és més recomanable construir-los de veritat.



Munteu un circuit amb una bombeta i observeu el sentit del moviment dels electrons (del pols negatiu al positiu).

A l'època de Volta es creia que només es movien les càrregues elèctriques positives, de manera que el sentit del corrent de les piles es va establir del pol positiu al negatiu, és a dir, al revés de com va en realitat. Una tradició que encara perdura avui dia.



Exploreu la tensió en el circuit. Poseu els borns del voltímetre a diverses bandes.



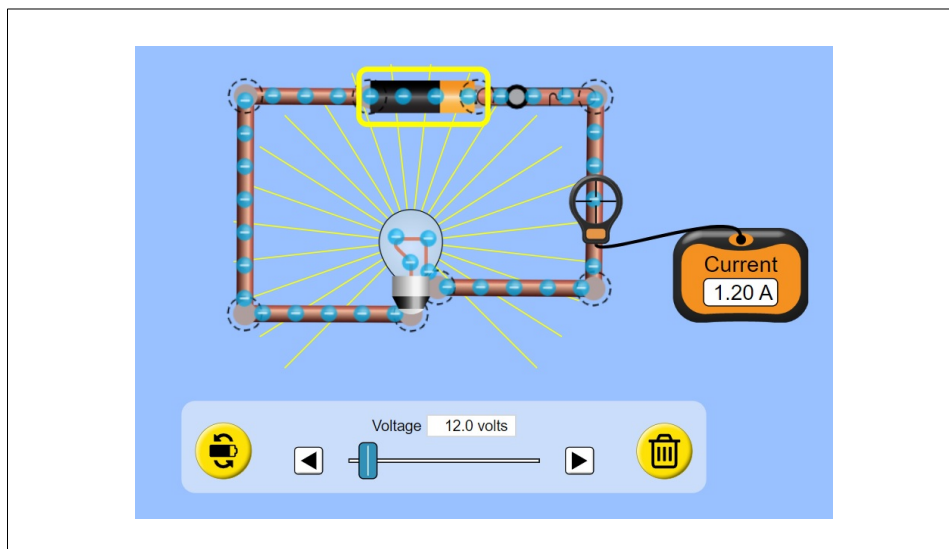
Observareu que si el poseu a dos punts del circuit que no tinguin la bombeta o la pila entremig, el voltímetre no marca tensió. Com ho expliqueu?



Al desplaçament d'electrons per un fil elèctric ens hi referim normalment com a **corrent**. A la quantitat d'electrons que passen durant un temps determinat per un punt del circuit se l'anomena **intensitat**. La unitat de mesura és l'**Amper (A)**, en record d'André-Marie Ampère (1775-1836), per les seves investigacions sobre electricitat. Com que l'electró és una partícula molt i molt petita, la quantitat d'electrons que pot passar per un punt d'un circuit és extraordinàriament gran. Un corrent d'1 Amper significa que durant 1 segon passen $6,241 \times 10^{18}$ electrons per un punt del circuit. L'aparell per mesurar la intensitat o corrent s'anomena **Amperímetre**.

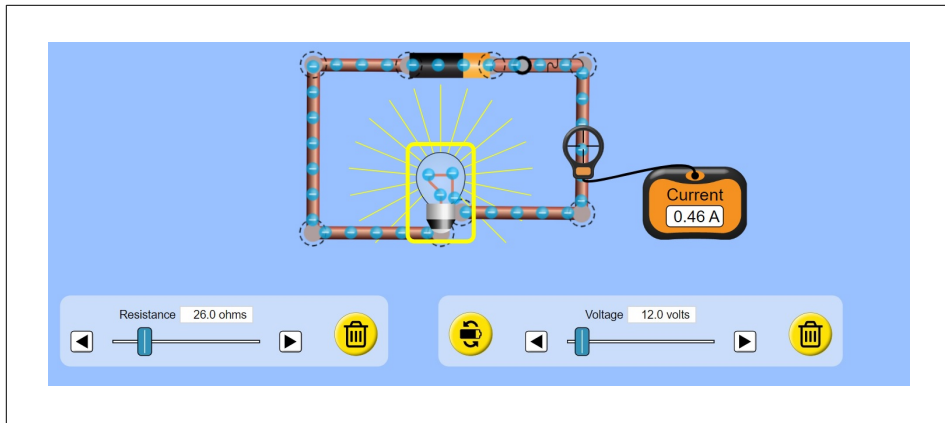


Munteu el següent circuit. Exploreu què passa amb la intensitat del circuit quan varieu el voltatge de la pila. Necessitareu de l'amperímetre per saber la quantitat de corrent que hi circula.

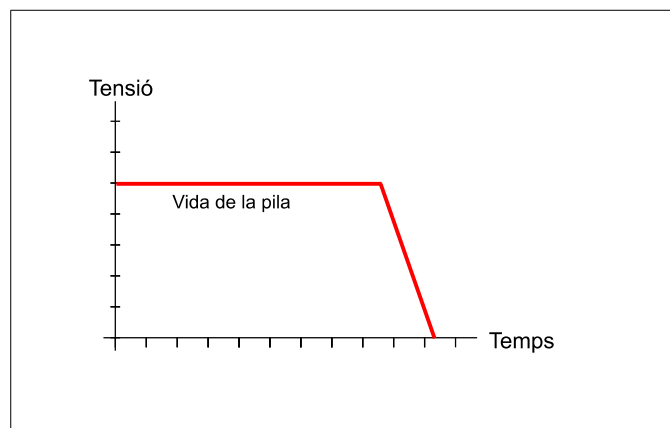


Però si s'augmenta el voltatge de la pila, no sempre augmenta la intensitat que circula pel circuit. Depèn de les enginyes elèctrics que hi s'hi hagin connectat. Les bombetes, per exemple, poden ser diferents i necessitar més energia elèctrica per encendre's.

En el mateix circuit d'abans hi podeu variar també el tipus de bombeta:



Hi ha un munt de coses per explorar i aprendre dels circuits elèctrics. De moment ho deixarem aquí. El corrent elèctric que generen les piles o les bateries és un corrent que s'anomena **corrent continu** perquè tots els electrons, amb independència del sentit en què es desplacin pel circuit, marxen un rere l'altre ordenats, sempre mantenint un mateix sentit de marxa. I això s'esdevé perquè la tensió és constant fins que s'esgotin els reactius químics de la pila o de la bateria. Per això, la gràfica del corrent continu pren aquesta forma:



Les piles o les bateries no són els únics generadors de corrent contínua que hi ha. Les **cel·les fotovoltaïques** tenen una gran importància perquè proporcionen una energia elèctrica neta i renovable, ja que només necessiten de la llum del sol per produir electricitat.



(Font: [Wikipedia](#))

Com s'ho fan? De nou ens trobem amb una altra limitació. Cal aprendre uns quants coneixements per comprendre-ho. El fet és que les cel·les fotovoltaïques són màquines electròniques que transformen l'energia lluminosa del sol en corrent elèctric continu. Com les piles i les bateries, aquestes cel·les creen una tensió elèctrica capaç d'engegar el moviment continu i ordenat dels electrons. Vet aquí l'esquema:

