



## Treball de fi de màster

Títol:

**“Els camins de l’electricitat al Solsonès, desenvolupament dels continguts de Tecnologia de 2n d’ESO a partir del coneixement de la xarxa elèctrica de la comarca”**

Cognoms: Oriola i Espuga

Nom: Pilar

Titulació: Màster en Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes

Especialitat: Tecnologia

Director/a: Oriol Boix Aragonès

Data de lectura: 15 de juny de 2021



1	INTRODUCCIÓ .....	3
2	DEFINICIÓ I CONTEXT .....	4
3	OBJECTIUS .....	5
3.1	Generals .....	5
3.2	Objectius específics curriculars .....	5
4	DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ .....	5
5	METODOLOGIES PEDAGÒGIQUES I ALTRES TÈCNIQUES D'APRENTATGE	6
5.1	Aprenentatge cooperatiu .....	6
5.1.1	Introducció del treball cooperatiu a l'aula .....	7
5.1.2	Com es realitzaran els equips de treball a l'aula .....	9
5.2	Processos cognitius de l'aprenentatge .....	10
5.3	Principis bàsics d'instrucció.....	11
5.3.1	Seqüenciar i dosificar .....	11
5.3.2	Modelitzar .....	11
5.3.3	Repassar .....	12
5.3.4	Preguntar.....	12
5.3.5	Estructurar i guiar la pràctica .....	12
5.4	Aprenentatge significatiu, creació de bastides de coneixement.....	12
5.5	Classe inversa o flipped classroom .....	13
5.6	SBL (spam based learning).....	14
6	DESCRIPCIÓ DE LES SESSIONS PROGRAMADES.....	14
6.1	Sessió 1. Presentació del temari, test de coneixements i pregunta: "Per què s'encén el llum?" .....	15
6.2	Sessió 2. Som àtoms, simulem un circuit. ....	16
6.3	Sessió 3. Com funciona una llanterna? Què passa quan llischo l'interruptor? .....	17
6.3.1	Sessió 3, primera part.....	17
6.3.2	Sessió 3, segona part .....	18
6.4	Sessió 4. Simulem circuits .....	18
6.5	Sessió 5. Corrent continu i corrent altern.....	19
6.6	Sessió 6. Simulació de circuits i comprovació de la llei d'Ohm .....	20
6.7	Sessió 7. Preparem la primera sortida: "El camí de l'electricitat" (part 1).....	21
6.8	Sessió 8. Preparem la primera sortida: "El camí de l'electricitat" (part 2).....	22
6.8.1	Correu electrònic .....	22
6.8.2	Desenvolupament de la classe al següent dia .....	23
6.9	Sessió 9. Sortim a descobrir els camins de l'electricitat.....	24
6.10	Sessió 10. Analitzem una factura de la llum. Energia i potència .....	25



6.11	Sessió 11. Preparem la sortida a la central hidroelèctrica de Sastre .....	26
6.12	Sessió 12. Sortida a la central hidroelèctrica de Sastre.....	26
6.13	Sessió 13. Comencem el nostre projecte .....	27
6.14	Sessió 14. Continuem i acabem el nostre projecte.....	28
6.15	Sessió 15. Sessió de tancament .....	29
7	Conclusions.....	30
8	Bibliografia .....	31

## ANNEXOS

Annex 1. Electricitat a 2n d'ESO

Annex 2. Construïm circuits

Annex 3. Llei d'Ohm

Annex 4. El camí de l'electricitat (1/2)

Annex 5. El camí de l'electricitat (2/2)

Annex 6. Generació, distribució i consum en fotos

Annex 7. Energia hidràulica. Central hidroelèctrica de Sastre

Annex 8. Analitzem la factura

Annex 9. Projecte final (RIC: repassem, investiguem i creem)



## RESUM

En aquest treball es pretén desenvolupar els continguts curriculars del tema de l'electricitat de 2n d'ESO. Per fer-ho s'ha tingut en compte que és la primera vegada que forma part del currículum i, per tant, els alumnes en tenen poc coneixement, i que moltes vegades és el contingut del curs en que els estudiants treuen pitjor nota, la qual cosa sembla demostrar que és un tema que els costa d'entendre.

Possiblement un dels motius pels quals és difícil d'entendre és perquè l'electricitat no es pot veure, i l'únic que és visible són els seus efectes (llum, calor, moviment...), el camí que segueix fins arribar als receptors (xarxa elèctrica) i els elements de control i maniobra que actuen sobre l'electricitat. Per tant es planteja exposar-lo als alumnes, fent-los observadors de la realitat que els envolta i que ells mateixos vagin resolent moltes de les preguntes que es puguin fer sobre l'electricitat, el fil conductor seguirà el camí des de la generació fins al consum final.

## RESUMEN

La pretensión de este trabajo es desarrollar los contenidos curriculares del temario de la electricidad de 2º de ESO. Para conseguir-lo se ha tenido en cuenta que es la primera vez que forma parte del currículum, y por lo tanto los alumnos tienen poco conocimiento del tema, i muchas veces es el contenido del curso en que los estudiantes obtienen peor nota, lo cual parece demostrar que es un tema que les cuesta de entender.

Uno de los motivos por el cual creo que es difícil de entender es porque la electricidad no se puede ver, i lo único que es visible son sus efectos (luz, calor, movimiento...). El camino que sigue para llegar a los receptores (red eléctrica) y los elementos de control que actúan sobre la electricidad. Por lo tanto se plantea exponerlo a los alumnos, haciéndolos observadores de la realidad que los rodea y que sean ellos mismos quienes van resolviendo las cuestiones que puedan hacerse sobre la electricidad, el hilo conductor será el camino des de la generación al consumo final.

## ABSTRACT

The aim of this work is to develop the curricular contents of the subject of electricity in the 2nd year of ESO. This has been taken into account that this is the first time that it is part of the curriculum and therefore students have little knowledge of it, and that it is often the content of the course in which students get the worst grade, which it seems to prove that it is a subject that is difficult for them to understand.

One of the reasons I think that it is difficult to understand is because electricity cannot be seen and the only thing that is visible are its effects (light, heat, movement ...), the path that follows until it arrives to the receivers and the control and maneuvering elements than act on the electricity. Therefore, it is proposed to expose it to students, making them observers of the reality around them and that they themselves solve many of the questions that can be asked about electricity, the common thread will follow the path from generations to to final consumption.

## 1 INTRODUCCIÓ

En l'Institut on he realitzant les pràctiques es treballa perquè l'assignatura de tecnologia sigui el més pràctica possible per tal de despertar al màxim l'interès dels alumnes, i a la vegada també es pretén la interdisciplinarietat entre diferents departaments.

Així doncs a 2n d'ESO, durant el primer trimestre, es realitza un projecte interdisciplinari anomenat "Obrim camins des de l'Institut", en el que intervenen els departaments de tecnologia, ciències experimentals i educació física. Durant el segon trimestre es treballa el disseny, la impressió 3D i els llenguatges de programació, i en el tercer trimestre es treballa l'electricitat i el procés tecnològic.

A la comarca del Solsonès existeix una petita companyia distribuïdora d'energia elèctrica que distribueix per tota la comarca i, a més, disposa d'una central hidroelèctrica de generació. Donada la proximitat d'aquestes infraestructures es vol aprofitar per oferir d'una manera més pròxima el temari d'electricitat de 2n d'ESO intentant fer-lo més visual i accessible als alumnes.

## 2 DEFINICIÓ I CONTEXT

La Llei d'educació de Catalunya (LEC), en el seu article 57, diu que els currículums s'han d'orientar a l'adquisició de les competències bàsiques, que han de contribuir al desenvolupament personal dels alumnes i a la pràctica de la ciutadania activa, i han d'incorporar de manera generalitzada les tecnologies de la informació i la comunicació en els processos d'aprenentatge.

El Decret 187/2015, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació secundària obligatòria presenta un currículum basat en un model d'ensenyament i aprenentatge de caràcter competencial, amb la finalitat que tots els alumnes assoleixin les competències clau per tal d'assegurar un desenvolupament personal i social sòlid en relació a l'autonomia personal, la interdependència amb altres persones i la gestió d'afectivitat, i també a desenvolupar la formació de pensament i l'expressió d'idees. D'altra banda ha de garantir la igualtat real d'oportunitats per desenvolupar les capacitats individuals, socials, intel·lectuals, artístiques, culturals i emocionals de tots els alumnes que cursen aquesta etapa.

En l'annex 5 del d'aquest mateix Decret es defineix el currículum de l'àmbit científicotecnològic, les competències bàsiques agrupades en les diferents dimensions, els continguts curriculars i els criteris d'avaluació per cursos.

Pel que fa al treball que ens ocupa, es desenvoluparà la metodologia a seguir per impartir els continguts curriculars de 2n d'ESO següents:

- Electricitat:
  - Elements d'un circuit elèctric: generadors, conductors, receptors, aparells de comandament i elements de protecció
  - Corrent altern i corrent continu. Efectes del corrent elèctric: llum, calor, moviment i magnetisme

- Magnituds elèctriques bàsiques en un circuit. Tensió elèctrica, intensitat i resistència. Relació entre les tres magnituds
- Característiques bàsiques dels receptors elèctrics. Els motors elèctrics
- Disseny i construcció de circuits elèctrics senzills
- Processos de generació d'electricitat a partir de diferents fonts d'energia. Energies renovables i no renovables. Energia elèctrica i sostenibilitat
- Anàlisi i disseny de circuits elèctrics amb el suport d'aplicacions digitals de simulació
- Processos i transformacions tecnològiques de la vida quotidiana:
  - Anàlisi d'un procés industrial proper
  - Similituds i diferències entre processos tecnològics

### 3 OBJECTIUS

#### 3.1 Generals

L'objectiu general d'aquest treball és transmetre una part del contingut curricular de 2n d'ESO als alumnes utilitzant el fil conductor de l'electricitat, des de la generació al consum a la nostra llar i a les nostres aules, utilitzant una metodologia motivadora i participativa que generi la necessitat i el plaer d'aprendre per resoldre les qüestions que es plantegin.

#### 3.2 Objectius específics curriculars

Aquest treball vol assolir els següents objectius:

- Tractar alguns continguts curriculars de 2n d'ESO a partir de l'observació de l'entorn, especialment allò relacionat amb les infraestructures elèctriques. Es treballaran els continguts de l'electricitat i el procés tecnològic, ja que es demanarà als estudiants que realitzin un treball sobre una font d'energia, la distribució o el consum.
- Despertar l'interès als i a les estudiants per la temàtica STEM.
- Elaborar material didàctic, donant rellevància al treball de les competències bàsiques transversals, tant de l'àmbit personal i social com en l'àmbit digital; tot utilitzant metodologies d'aprenentatge que demanen treball autònom i treball en equip.
- Sense ser l'objectiu principal del treball, es pretén millorar el coneixement dels alumnes en el tema de l'electricitat. A 2n d'ESO és la primera vegada que apareix al currículum i, segons he comprovat parlant amb el professorat de tecnologia del pràcticum, és el tema d'aquest curs en que els alumnes treuen pitjor resultat.

### 4 DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ

El tema de l'electricitat és complex d'explicar als estudiants, ja que és un fenomen que encara que els seus efectes són ben visibles (llum, calor, moviment i magnetisme), la seva essència no és ni visible, ni palpable, ben al contrari, quan palpem l'electricitat és que alguna cosa no hem fet bé, i ens podem fer molt mal.

Segons algun estudi que he pogut trobar, per exemple, el de la Universitat Nacional de San Luis [1], en un taller dirigit a formadors es detecta una mancança del coneixement dels conceptes bàsics de l'electricitat. Per aquest motiu, essent el primer cop que es tracta el tema a l'ensenyament de secundària, es pretén deixar clars els conceptes bàsics de l'electricitat, la qual cosa servirà de base als alumnes per continuar desenvolupant el seu coneixement en el tema tant si segueixen estudis tecnològics com si no els segueixen.

Aleshores, per tal d'explicar aquest tema als estudiants de 2n d'ESO ens basarem en el coneixement previ que aquests puguin tenir. En principi aquest contingut no forma part del currículum de 1r d'ESO i el coneixement previ que en tinguin serà l'adquirit a primària o el que hagin pogut aprendre en la seva experiència personal.

Partint del coneixement previ s'anirà desenvolupant el temari tot creant el màxim de connexions amb el coneixement que l'alumne ja té o el que es va adquirint, aplicarem, doncs, els principis de **l'aprenentatge constructivista** que Jean Piaget (1896-1980) va elaborar a mitjans del segle passat segons els quals les persones ens recolzem en els nostres coneixements previs per adquirir nous coneixements i, quan ho fem, els acomodem a les estructures formades pels coneixements preexistents [2].

En general s'iniciarà la classe plantejant una o diverses preguntes per crear un conflicte cognitiu als alumnes i captar el seu interès, i intentar que durant la sessió es produeixi un aprenentatge significatiu. Perquè moltes vegades, tot i que els alumnes tenen aquest coneixement previ del tema no l'activen durant la sessió de classe, per això és important fer preguntes i crear debat, tot plantejant situacions quotidianes on els alumnes es puguin sentir identificats i els convidi a participar activament.

Es treballaran paraules clau, que s'aniran repetint al llarg de les diferents sessions, es faran dues sortides per tal de reforçar i veure a la realitat els coneixements que hem après a classe i al final es farà un projecte resum per equips, en el que cada grup podrà escollir un tema per treballar-lo, tot posant èmfasi en els alumnes de la importància del treball en equip per, entre tots, assolir un objectiu comú.

## 5 METODOLOGIES PEDAGÒGIQUES UTILITZADES I ALTRES TÈCNiques D'APRENENTATGE

### 5.1 Aprenentatge cooperatiu

En general els alumnes estan acostumats a ser recompensats pels seus esforços individuals, però no estan acostumats a treballar en equip, i com que no ho fan mai tampoc poden experimentar els beneficis que comporta. Potser en un primer moment és difícil fer veure als alumnes els avantatges del treball en equip, i potser tampoc és necessari començar la feina intentant convèncer-los dels beneficis que pot comportar. És un treball que s'ha d'anar realitzant durant el curs o, millor encara, durant tota la seva etapa educativa.

Per entendre què és el treball cooperatiu, primer cal tenir clar el que no és. No és col·locar els alumnes en grup i dir-los que treballin plegats sense estructurar les tasques, ni demanar als alumnes que treballin junts i llavors fer una avaluació individual sense valorar els resultats obtinguts conjuntament. El treball cooperatiu és una eina d'aprenentatge en la qual

els alumnes s'organitzen en petits grups per treballar junts amb la intenció d'aconseguir metes i objectius comuns, i assumir que cada alumne tindrà èxit només si els altres components de l'equip tenen èxit.

El tema de l'electricitat s'introduirà en el tercer trimestre del curs, per la qual cosa s'entén que els alumnes ja estan acostumats a treballar en equip i han experimentat el seu benefici, per tant no els vindrà de nou quan els plantegem que aquest tema el treballarem en equips. En la primera sessió es formaran els equips que es mantindran durant tota la programació. Es demanarà als alumnes que formin parelles i a partir de les parelles el professor crearà els equips procurant que sigui heterogenis i equilibrats.

### 5.1.1 Introducció del treball cooperatiu a l'aula

Segons Pere Pujolàs [3], per estructurar el treball cooperatiu existeixen tres àmbits d'actuació:

- Cohesió de grup
- Recurs per ensenyar
- Contingut per ensenyar

#### Treballar la cohesió de grup

El primer pas perquè funcioni l'aprenentatge cooperatiu és treballar la cohesió del grup. Si hi ha competitivitat, individualisme i falta de respecte, això es fa molt difícil. Cal treballar-ho en les tutories, fent dinàmiques de grup per tal de que els alumnes es coneguin, es creïn interaccions positives, es fomenti la motivació pel treball en equip i se sàpiga prendre decisions consensuades amb l'equip.

També cal cuidar el clima a la classe, i aquesta tasca correspon principalment al professor, la seva actuació serà en tres fronts diferents:

- **Relacions entre iguals:** buscar la bona entesa entre els alumnes, fomentant relacions d'amistat, respecte i solidaritat
- **Interacció entre professor i alumnes:** el professor s'ha de mostrar proper als alumnes, entendre'ls i estar disposat a ajudar-los per aconseguir els objectius, intervenir en la resolució dels conflictes tot intentant que el propi equip els resolgui.
- **Disponibilitat de l'alumnat davant les tasques proposades:** cal vetllar perquè les tasques proposades siguin motivadores per als alumnes i que se sentin capaços de fer-les. Vindria a ser, que s'ajustin a les seves característiques i capacitats i estiguin situades en la zona de desenvolupament pròxim (Vigotsky).

#### Treball en grup com a recurs per ensenyar

Un cop aconseguits uns mínims de l'apartat anterior, el següent pas seria disposar d'estructures cooperatives que assegurin la interacció entre els alumnes, i per això es comença amb petites experiències gratificants. Amb grups heterogenis cal preparar alguna activitat de màxim una sessió de durada en que el grup pugui compartir informació, opinar i prendre alguna decisió.



En la sessió 1 es proposa una activitat d'aquest tipus, la qual es realitza per parelles i s'ha de buscar la informació sol·licitada pel professor a la pàgina web indicada.

### **Treball en grup com a contingut que cal ensenyar.**

Això implica al professor que ha d'ajudar a l'equip a:

- Plantejar els objectius de treball entre tots els membres
- Organitzar-se tot definint els rols que adopta cadascú i distribuir-se el treball, i fer que els alumnes se sentin seu l'equip (escollint nom per a l'equip, un logotip, una carpeta de treball, etc.)
- Ensenyar-los habilitats socials, que es poden convertir en un llistat de compromisos: escoltar als companys, utilitzar un to de veu suau, respectar el torn de paraula, preguntar amb respecte, compartir idees, demanar ajuda amb respecte, ajudar als companys, acabar les tasques, controlar el temps

Les finalitats del treball en equip i que els alumnes han de tenir clares són:

- Fer una activitat entre tots
- Aprendre entre tots, per tal que després tot ho puguin fer després tot sols

Finalment per tal que funcionin els grups cooperatius cal que hi hagi una revisió periòdica del treball i que s'estableixin uns objectius de millora.

Amb tot això es pretén treballar els cinc components del treball cooperatiu establerts per Johnson, Johnson y Holubec [4], que són:

- **Interdependència positiva:** si tots els alumnes assoleixen el seu objectiu, s'aconseguirà l'objectiu final de la tasca, però si falla algú, serà impossible aconseguir-lo. D'aquesta manera tots tenen necessitat dels companys d'equip, i a la vegada se sentiran part important per a la consecució de la tasca.
- La **interacció entre els alumnes:** els estudiants han de treballar junts i aprendre amb els altres, compartint coneixements, recursos, ajuda i suport.
- La **responsabilitat individual:** cada membre, individualment, ha d'assumir la responsabilitat d'aconseguir les fites que se li han assignat. Sentir que una cosa depèn d'un mateix i els altres confien en la teva capacitat de treball i viceversa, augmenta la motivació de la tasca i el rendiment individual i grupal.
- Les **habilitats socials:** pel bon funcionament cal harmonia i bona relació en el grup.
- L'**autoavaluació del grup i la coavaluació:** es dona l'oportunitat als alumnes d'avaluar el procés d'aprenentatge que ha seguit el seu grup, i en la coavaluació l'alumne que avalua un company també reflexiona sobre la seva pròpia producció i ha de fer un treball d'empatia per saber-se posar al lloc de l'altre i entendre per què ha actuat d'aquesta o aquesta altra manera.

I aconseguir els objectius de l'aprenentatge cooperatiu [5]:

- Millorar el rendiment acadèmic i augmentar la motivació dels estudiants. Diverses investigacions demostren que els alumnes aprenen més i millor en contextos cooperatius.

- Contribuir en el desenvolupament cognitiu, en tots els alumnes sigui quin sigui el seu nivell:
  - Alumnes amb menor capacitat cognitiva: el contacte amb alumnes més avantatjats els serveix per obrir noves perspectives i possibilitats que, per ells mateixos, haurien tardat més a descobrir.
  - Alumnes amb nivell intermedi: les discussions del grup obren noves perspectives per al seu treball individual.
  - Alumnes més avantatjats: quan exerceixen de tutors davant els seus companys consoliden els seus coneixements, ja que els han d'estructurar per tal de poder-los explicar més eficaçment. Hi ha estudis que demostren que perquè una persona pugui memoritzar informació i recórrer a aquesta en un futur, primer ha de processar-la, i la millor manera de processar aquesta informació és explicar-la a una altra persona.
- Fomentar la interacció i afavorir el desenvolupament socioafectiu.
- Fomentar l'autonomia i la independència.
- Permetre l'adequació dels contingut al nivell dels alumnes.
- Promoure el desenvolupament d'habilitats complexes del pensament crític (*pensaments d'ordre superior dins la taxonomia de Bloom.*)

Finalment cal també tenir presents possibles inconvenients que ens podem trobar:

- Alguns alumnes de baix rendiment acadèmic poden perdre l'enfocament de l'activitat i desvincular-se del grup, o alumnes d'alt rendiment acadèmic no experimenten l'estimulació i el desafiament que experimentarien si estiguessin agrupats amb companys amb el seu mateix nivell. Cal fer un bon seguiment del treball dels equips
- Quan s'intenta formar grups es poden generar conflictes, que també es poden generar en el desenvolupament de les activitats, ja que els alumnes no tenen suficients eines per resoldre'ls per ells mateixos.
- Els alumnes no sempre estan prou concentrats en la tasca, potser que estiguin discutint altres temes que no tenen res a veure.

Per tant el professor ha de posar els cinc sentits per tal de poder detectar aquests inconvenients que es poden presentar en els equips de treball i poder actuar de manera ràpida i efectiva.

### 5.1.2 Com es realitzaran els equips de treball a l'aula

Per tal d'aconseguir fer uns equips equilibrats quant a coneixement i interès en el tema de l'electricitat, a l'inici de la primera sessió es repartirà un full A5 en blanc i es demanarà als alumnes que escriguin tot el que saben de l'electricitat, intentant respondre les següents tres preguntes:

- 1- Què és?
- 2- Com es genera?
- 3- Per què la fem servir?

A partir de les respostes dels alumnes podrem determinar diferents nivells de coneixement i crear grups de treball heterogenis. Aquest treball ens pot servir també com a qüestionari

KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory) i tornar-ho a demanar al final del tema, així els propis alumnes podran comparar el què saben abans de començar les sessions amb el que han après amb totes les activitats proposades, i prendran consciència del coneixement que han adquirit durant aquestes.

## 5.2 Processos cognitius de l'aprenentatge

Hi ha molts factors que intervenen en l'aprenentatge i un d'ells és el funcionament de la memòria. Per a un professor és molt útil conèixer com funciona el procés de memorització dels alumnes per tal de poder enfocar les activitats i intentar que tots els alumnes en puguin treure el màxim rendiment en funció de les seves capacitats.

En primer lloc cal conèixer com és i com funciona la memòria de curt termini o memòria de treball, Héctor Ruiz [2] la defineix com un espai mental on situem la informació de la que estem essent conscients i on estem treballant, o una altra definició que fa al seu llibre és: l'espai mental en el que es produeix l'aprenentatge.

Val a dir que no tothom té la mateixa capacitat de memòria de treball, aquesta es va fent més gran a mesura que els alumnes creixen, fins arribar a la capacitat màxima a l'inici de la vida adulta i llavors es declina lentament al llarg d'aquesta etapa. I tampoc és la mateixa en alumnes de la mateixa edat (vegeu figura 1), pot haver alumnes de la mateixa edat que tinguin una capacitat de treball força inferior i que mai podran tenir la capacitat d'alguns dels seus companys.

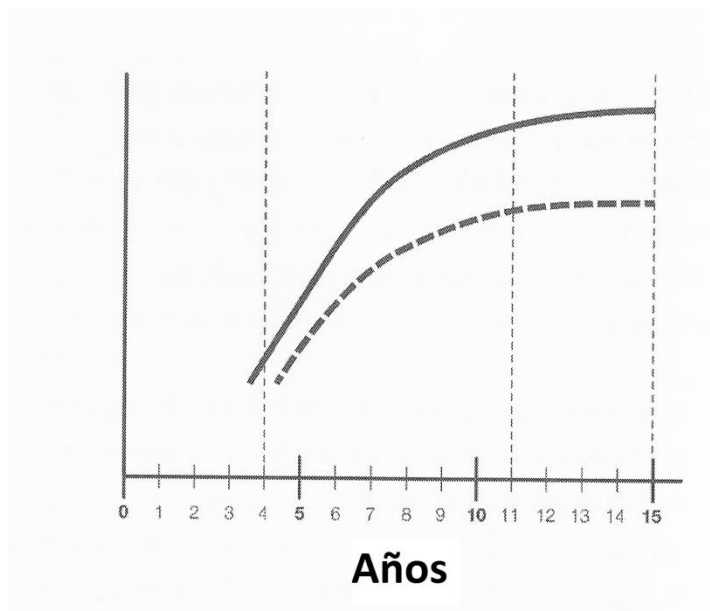


Figura 1. Gràfica capacitat memòria de treball. H. Ruiz, ¿Cómo aprendemos? [2]

No s'ha pogut comprovar que es pugui millorar exercitant-la sinó més aviat sembla que està definida genèticament en cada alumne, com a molt es pot aspirar a optimitzar-ne el seu ús i tenir l'habilitat de menystenir allò que està ocupant espai a la memòria de treball i no ens és útil per resoldre la tasca encomanada. Així doncs el professorat ha de partir de la base que la memòria de treball dels seus alumnes és diferent entre ells i ha de plantejar l'aprenentatge per tal que pugui arribar a tots.

Per exemple a un alumne amb una capacitat baixa de memòria de treball li pot suposar una tasca molt difícil o impossible de resoldre un problema amb un enunciat complex, amb informació supèrflua i que a més li exigim que realitzi el càlcul mentalment, imaginem-nos si a més aquest alumne té dificultat per la lectura i a la classe hi ha molt rebombori. En un primer moment, a un professor li pot semblar que l'alumne no està prestant suficient atenció a l'exercici, però cal tenir en compte les possibles limitacions que l'alumne pugui tenir.

Un alumne que es trobi en aquesta situació i a més el professor no el sàpiga entendre, segurament se sentirà frustrat i desmotivats i molt probablement abandonarà la tasca i desconnectarà de la classe, amb el risc que arrossegui en aquest abandonament els seus companys més pròxims.

Partint d'aquesta base, que cada alumne té la seva pròpia capacitat de memòria de treball, haurem d'adoptar tècniques que els permeti fer el seguiment de la classe sense que se sentin exclosos per motius aliens a la seva voluntat.

### 5.3 Principis bàsics d'instrucció

Barak Rosenshine va fer una publicació el 2010 [6] sobre els principis bàsics de la instrucció que resulten més efectius segons les evidències científiques, aquest treball és fruit de la seva investigació en diferents procediments de l'ensenyament. Aquests principis van molt lligats al que s'explica en l'apartat anterior sobre el funcionament cognitiu de l'aprenentatge i aniran molt bé per la introducció d'un tema nou per a molts alumnes, com és el de l'electricitat.

En les primeres sessions es realitzarà el que s'anomena instrucció directa i s'aplicaran els principis de Barak Rosenshine per tal que l'aprenentatge arribi al màxim als alumnes. Hèctor Ruiz els resumeix en el seu llibre [2] en les següents accions:

#### 5.3.1 Seqüenciar i dosificar

Es tracta de descompondre tot allò que es pretén ensenyar als alumnes en petits passos que s'aniran introduint progressivament tot seguint una seqüència coherent. Sí que es demanarà als alumnes quin coneixement previ tenen de l'electricitat, però cal esperar que aquest sigui molt limitat, segurament serà només fruit de l'experiència en l'ús de l'electricitat en aparells elèctrics, però poques vegades s'hauran preguntat realment què és l'electricitat.

Donat doncs, com ja s'ha dit en l'apartat 5.2, que la memòria de treball és limitada, aquesta s'omplirà molt ràpid si tots els conceptes que s'expliquen són nous i no es poden recolzar amb conceptes i situacions apreses anteriorment, per aquest motiu és bàsic introduir-los de manera progressiva i procurant que els conceptes nous es puguin relacionar amb els ja apresos.

#### 5.3.2 Modelitzar

És a dir, donar models o guies que els alumnes puguin utilitzar per orientar el seu raonament. Així si han de resoldre un tipus d'exercici, primer cal explicar un exemple de com s'ha de solucionar correctament, seguint tots els passos, i després deixar que ho puguin fer ells. També podem ajudar-los amb diagrames, mapes conceptuals, animacions i material manipulatiu perquè puguin donar sentit a allò que estan aprenent.

### 5.3.3 Repassar

La pràctica de l'evocació obliga a l'alumne a fer un esforç per recordar allò que ha après. Està comprovat que si es repassen conceptes de manera espaiada i abans que es comencin a oblidar, se'n reforça el seu aprenentatge i costa molt més que s'oblidi. I encara és millor, si a mesura que les sessions van avançant, el professor és capaç d'introduir nous conceptes que estiguin vinculats amb els apresos anteriorment.

### 5.3.4 Preguntar

Es tracta de fer preguntes concretes als estudiants, del tipus:

- Quines son les forteses i debilitats de...?
- En què s'assemblen... i...? I en què es diferencien?
- Quina és la millor....? Per què?
- Com relaciones... amb el que hem après abans?

Són preguntes amb les que s'aprofundeix sobre allò que acaben d'escoltar, i els permet estructurar aquest coneixement per tal de poder-lo assimilar millor.

És interessant adoptar una estratègia per tal d'assegurar que tots els alumnes puguin ser interrogats en qualsevol moment, i mantenir la seva atenció durant la classe, de manera que no només contestin els alumnes de sempre. Així doncs, podem tenir una caixa a punt amb el nom de tots els alumnes i treure un paper per cada pregunta, o fer preguntes binaries que es puguin contestar amb una cartolina de dues cares diferents, o si són preguntes que requereixin certa reflexió es pot demanar que escriguin la resposta a la llibreta i després ho comentin amb el company per contrastar-la.

### 5.3.5 Estructurar i guiar la pràctica

El professor ha de tenir clar de bon principi el temari que vol donar als alumnes i estructurar-lo de manera que aquests el puguin assimilar, donant el temps i els recursos necessaris perquè això sigui possible. Això vol dir marcar-se uns objectius irrenunciables i avaluar contínuament si s'estan assolint o no, i en cas de ser necessari reorientar les sessions per tal que es vagin adquirint tots.

## 5.4 Aprenentatge significatiu, creació de bastides de coneixement

Un aprenentatge és significatiu quan es pot relacionar amb el coneixement que l'alumne ja té, si l'alumne no pot relacionar el nou coneixement amb estructures cognitives adquirides prèviament, només podrà incorporar els nous conceptes de manera memorística i aleshores els oblidarà amb facilitat.

Segons David P. Ausubel, creador de la teoria de l'aprenentatge significatiu: "Per aconseguir l'aprenentatge d'un concepte nou és necessari estendre un pont cognitiu entre aquest nou concepte i alguna idea de caràcter més general que ja estigui present en la ment de l'alumne".

Per a Ausubel tota situació d'aprenentatge pot ser estudiada des de dos eixos distints i diferenciats [7]:

- El primer eix fa referència a l'aprenentatge realitzat per l'alumne, el qual pot ser memorístic o significatiu.
  - Aprenentatge memorístic: l'alumne aprèn de memòria sense comprendre el que aprèn.
  - Aprenentatge significatiu: és significatiu quan pot relacionar-se amb el que l'alumne ja sap.
- El segon eix es l'estratègia d'instrucció planificada, és a dir, com rep l'alumne la informació del que ha d'aprendre. Distingim:
  - Aprenentatge per recepció: quan l'alumne rep la informació del que ha d'aprendre ja elaborada, ell no ha de fer res.
  - Aprenentatge per descobriment guiat: l'alumne no disposa de tot el que necessita, ha de descobrir coses, però té l'ajuda del professor.
  - Aprenentatge per descobriment autònom: l'alumne no té la informació del que ha d'aprendre, i tampoc rep l'ajuda del professor per a aconseguir la informació.

En el desenvolupament de les sessions proposades es promourà l'aprenentatge significatiu davant el memorístic, i s'utilitzaran les tres estratègies d'instrucció planificada, donant prioritat a l'aprenentatge per descobriment guiat, ja que ens pot ajudar a mantenir un nivell de motivació adequat dels alumnes, i en les dues últimes sessions es proposa l'aprenentatge per descobriment autònom, en què l'equip de treball haurà de desenvolupar un tema que hauran escollit prèviament i caldrà que realitzin el projecte que se'ls hi demana.

## 5.5 Classe inversa

La classe inversa o *flipped classroom* [8] és una tècnica d'aprenentatge que transfereix a casa de l'alumne el treball de determinats processos d'aprenentatge que habitualment es fan a l'aula, i el temps que s'utilitza a l'aula és per explotar al màxim el procés d'aprenentatge de l'alumne, que permet desenvolupar el pensament crític i analític.

Fent referència a la taxonomia de Bloom, a casa es realitzen tasques de pensament de l'ordre inferior (coneixement i comprensió) i a l'aula es realitzen les d'ordre superior (analitzar, avaluar i crear).

El treball que es realitza fora de l'aula es basa en el visionat de materials audiovisuals, on s'introdueix el tema que es parlarà a la següent classe, un cop a classe es comparteixen els conceptes clau i es treballen les seves aplicacions per tal de continuar ampliant l'aprenentatge inicial tot realitzant tasques més participatives com anàlisi d'idees, debats i treball en grup. Per tot això és bàsic l'ús de les noves tecnologies i el treball del professor actuant de guia.

Amb aquesta metodologia es pretén que l'estudiant adquireixi més compromís en el seu aprenentatge aconseguint d'aquesta manera una millor comprensió i retenció d'allò que s'estudia, ja que s'ho ha pogut preparar abans de la classe.

Per aplicar aquesta metodologia cal no infravalorar la demanda de temps de l'alumne que suposa realitzar aquesta tasca a casa i, si és possible, cal la coordinació amb la resta de professorat perquè no suposi una sobrecàrrega de treball per als alumnes que sigui difícil d'assumir. D'altra banda, també cal dissenyar algun sistema de recompensa per tal que els alumnes que realitzin la tasca encomanada sentin que l'esforç que han realitzat està valorat per part del professor, aquesta recompensa pot ser un bonificació que aparegui a l'expedient de l'alumne o es pot tenir en compte per pujar la nota final de l'assignatura si es realitzen un conjunt de tasques extres fora de l'horari escolar.

### 5.6 SBL (*spam based learning*)

Aquesta tècnica d'aprenentatge es basa en enviar matèria als alumnes mitjançant un correu electrònic. És una metodologia semblant a la descrita a l'apartat anterior, ja que l'estudiant ha de fer un treball previ a la classe, però en aquest cas es demana a l'alumne que faci una activitat a casa, la qual haurà d'entregar al professor per tal que sigui avaluada.

La dedicació que ha de realitzar l'estudiant a casa no ha de suposar molt temps, l'aconsellable seria al voltant d'una hora de treball.

S'aprofitarà l'ús d'aquesta eina per transmetre continguts més teòrics i que després l'estudiant pugui demostrar la comprensió d'aquest contingut mitjançant una activitat.

Donat que cada estudiant rebrà un correu personalitzat, es pretén augmentar la seva motivació i mantenir-lo al corrent de la matèria, que la tingui present i que hi vagi pensant. És molt important per part del professor que revisi les respostes dels alumnes i en faci una avaluació acurada, tot posant en relleu l'esforç que han efectuat.

Segons com s'enfoqui també pot ser una activitat que permet a l'estudiant que ho desitgi un major aprofundiment en la matèria, ja que no té limitació en quan a temps de dedicació i el seu treball serà avaluat individualment. D'altra banda en els alumnes amb més dificultats en el seguiment de la matèria, se'ls pot introduir algun tipus d'ajuda en l'enunciat i fer una avaluació més basada en l'esforç realitzat que en el resultat final.

## 6 DESCRIPCIÓ DE LES SESSIONS PROGRAMADES

A segon d'ESO, la matèria de tecnologia es dona dos cops per setmana, una sessió amb tot el grup classe (hora A) i l'altra sessió amb la meitat del grup (hora B). S'aprofitaran les hores A per introduir els temes teòrics, i en les hores B es faran més temes pràctics i experimentals, i al ser grups més reduïts es posarà més atenció als alumnes per comprovar si van adquirint els coneixements bàsics que es van introduint. L'ordre de les sessions no ha de ser estrictament el que es dona a continuació, i tampoc totes les sessions marcades com a B s'han de fer imprescindiblement al taller amb grup reduït (excepte la sessió 4 en que s'utilitza material del taller), simplement en els grups reduïts es donarà un tracte més pròxim als alumnes que permetrà fer-ne un millor seguiment.

Tampoc és absolutament necessari realitzar totes les sessions descrites, a vegades voler donar tot el contingut fa que perdem alumnes pel camí, s'hauria de procurar que la majoria dels alumnes seguissin l'assignatura i si això requereix anar més a poc a poc i repassar més sovint conceptes es fa, les sessions 6 i 10 són molt teòriques i conceptuals, es podria proposar que la fessin els alumnes amb més interès i donar-los una compensació en l'avaluació.

## 6.1 Sessió 1. Per què s'encén el llum?

La primera classe és important. S'ha d'explicar als alumnes què es farà en les properes sessions, com es treballarà, donant importància als equips de treball que es formaran en la tercera sessió, com s'avaluarà i informar-los que al final hi hauran dues sessions que hauran de dedicar a fer un projecte en equip on hauran d'escollir un tema dels que s'han tractat al llarg del temari, això servirà perquè hi puguin anar pensant a mesura que es vagi avançant amb la matèria.

Tot seguit es realitzarà el qüestionari de coneixements previs descrit a l'apartat 5.1, també se'ls hi explicarà als alumnes que al final del temari tornarem a recuperar aquest qüestionari per observar els coneixements que han anat adquirint.

La pregunta a partir de la qual es desenvoluparà la resta de la sessió 1 serà:

- “Per què s'encén el llum quan acciono l'interruptor?”

A partir d'aquest conflicte cognitiu, el qual obliga a l'alumne a revisar el que ja sap o té coneixement per tal de poder respondre la pregunta, es pretén anar estirant enrere tot resseguint el cable elèctric fins arribar a la central de generació.

Es proposa realitzar aquest procés de construcció dels coneixements creant un debat a la classe, procurant la participació de tots els alumnes, això pot ser complicat, és tasca del professor de fer de moderador i fer participar els alumnes en la mesura de les seves capacitats, formulant preguntes més o menys complexes i dirigir-les als alumnes que poden respondre. Algunes preguntes podrien ser:

- Què passa dins de l'interruptor quan l'acciono?
- Com estan comunicats l'interruptor i el llum?
- Per on passen els cables?
- Com és que arriba electricitat a aquest cable?
- Per on arriba l'electricitat?
- On està generada aquesta electricitat?
- Com arriba fins aquí?

És obvi que aquestes i altres preguntes que se li poden ocórrer al professor tenen múltiples respostes, i n'hi ha de senzilles que la majoria d'alumnes podrien resoldre i de més complexes que requereixen més esforç cognitiu o imaginació.



Un cop en aquest punt arribem a un concepte important que és: “L’energia que estem consumint actualment s’està generant en aquest mateix moment”, i perquè això passi i no falli cal que hi hagi un molt bon control de l’energia que s’està generant i l’energia que s’està consumint, d’això se n’encarrega Red Eléctrica de España (REE).

Tot seguit es presentarà la pàgina web de REE [9], on es pot observar, amb una periodicitat de deu minuts, l’energia que es consumeix i com es genera, és a dir, quines són les fonts de generació.

D’aquesta web ens fixarem bàsicament en quines tecnologies s’empren per generar aquesta energia i el pes de cada tecnologia i s’aprofitarà per parlar de les fonts d’energia renovables (provenen de recursos naturals que no s’exhaureixen encara que es facin servir de forma constant) i no renovables (provenen de recursos naturals que es troben a la naturalesa en quantitat limitada i per tant s’esgoten).

Es farà un petit treball en parelles, que podran escollir els mateixos alumnes, de quin consum hi ha en un dia i una hora determinada i amb quines fonts es genera aquesta energia, també farem una mirada a la producció de CO<sub>2</sub> que provoca aquesta generació.

Quan s’acabi la sessió es crearà un debat sobre quina energia volem consumir i cap on ha d’anar el model energètic que volem, també s’aprofitarà per parlar dels ODS (Objectius de Desenvolupament Sostenible, on l’objectiu 7 és energia assequible i no contaminant).

### **Pla B i atenció a la diversitat**

Pot ser que no es puguin realitzar totes les activitats, es prioritzarà el debat inicial i la participació de tota la classe i en els cinc últims minuts s’apuntaran els punts clau a la pissarra.

Conceptes clau de la sessió 1:

- L’energia elèctrica no es pot emmagatzemar en grans quantitats.
- L’energia elèctrica que es consumeix en cada moment cal generar-la en el mateix moment.
- La generació d’energia elèctrica pot ser amb fonts d’energia renovable o no renovable.
- Les fonts d’energia renovable no s’esgoten, les principals són: sol, vent, aigua i geotèrmia.
- Per generar energia elèctrica amb combustibles fòssils s’emet CO<sub>2</sub>, que contamina i provoca l’efecte hivernacle.

## **6.2 Sessió 2. Som àtoms, simulem un circuit**

Per entendre l’electricitat cal tenir imaginació perquè no es pot veure. En aquesta sessió comencem fent una classe expositiva parlant de l’àtom, que és la part més petita en què es pot dividir la matèria ordinària que forma un element químic, i que està format per un nucli (format per protons i neutrons) i una òrbita per on orbiten els electrons. (Vegeu l’annex 1 amb la presentació en PowerPoint).

Un cop presentats els electrons es proposarà als alumnes crear un circuit elèctric on ells seran els àtoms i es repartiran pilotes de tennis taula (electrons) una per cada alumne, ens posarem en cercle i cada alumne tindrà un electró i aquí començarem amb les preguntes per anar introduint nous components al circuit:

- Què volem aconseguir amb aquest circuit elèctric? Encendre un llum? Carregar la bateria del mòbil?
- Per què no es mouen els electrons?
- Si posem un cable molt prim, passaran més o menys electrons? La resistència que ofereix el cable serà gran o petita?
- Si el cable és molt llarg perquè ha de creuar tot el pati, els electrons tindran més o menys resistència?
- Si en lloc d'encendre un llum n'encenem dos?
- Si en lloc de posar-los en sèrie els posem en paral·lel?
- Què passa si un dels llums es fon?
- Què són la tensió, la intensitat i la resistència?

Conceptes clau de la sessió 2:

- Els electrons tenen càrrega negativa.
- Els electrons són els responsables del corrent elèctric.
- Per generar el corrent necessitem una font d'energia que doni el voltatge.
- Si hi ha més resistència la intensitat disminueix.
- La resistència es pot augmentar posant més bombetes o amb un cable més llarg.

### 6.3 Sessió 3. Com funciona una llanterna? Què passa quan llisca l'interruptor?

A la sessió anterior haurem demanat que cada grup porti una llanterna de casa. Durant la segona part de la sessió de classe esbrinarem com funciona, amb aquesta acció es pretén mantenir l'expectativa per la curiositat del què farem amb la llanterna.

#### 6.3.1 Sessió 3, primera part

Després d'explicar el funcionament de la sessió del dia, es realitzarà un repàs de continguts, revisant els conceptes clau que ja s'han donat, aquest treball es farà a nivell individual i deixant un temps de deu minuts, durant aquesta estona han de fer un exercici d'evocació de les sessions anteriors i escriure en un paper el que recorden, les respostes són totalment obertes i no es vol influenciar sobre elles, així el professor podrà comprovar quins conceptes s'han de repassar millor ja que són els que menys recorden. En el cas que algun alumne no hagi assistit a les sessions anteriors també pot fer l'exercici així el professor també sabrà quin coneixement previ té.

Amb aquesta activitat es pretén que els alumnes tinguin un aprenentatge actiu i que reflexionin sobre el què saben de l'electricitat, ja sigui fruit de les sessions anteriors o del que han experimentat en la seva vida, i fer-los conscients del que ja saben. Però per fer-ho cal una estona de reflexió individual perquè els seus coneixements surtin de la memòria a llarg termini i passin a la de curt termini. A vegades tenim uns alumnes passius, que, en el millor dels casos només escolten, amb aquesta activitat es pretén que participin en el seu aprenentatge.

### 6.3.2 Sessió 3, segona part

En aquesta sessió es faran els equips de treball, es formaran equips de quatre persones, ajuntant parelles que ja es van formar el primer dia, procurant que els equips siguin heterogenis, ens pot servir també el test de coneixement que es va realitzar a la sessió 1, aquests equips es mantindran al llarg de tota la programació. En algunes sessions s'optarà per dividir l'equip i treballar en parelles.

Es continuarà fent una introducció als circuits elèctrics i els seus components, i posteriorment es farà l'esquema elèctric de la llanterna que s'ha portat de casa. Cada equip haurà d'obtenir un esquema i fer un raonament mecànic del motiu pel qual s'encén el llum de la llanterna quan s'acciona l'interruptor.

En aquesta sessió 3, més que de conceptes clau parlarem dels objectius d'aprenentatge que es centren en la representació de circuits elèctrics i la seva simbologia, aquests objectius es pretén que es vagin reforçant en les classes posteriors.

### 6.4 Sessió 4. Simulem circuits

Per realitzar aquesta sessió es farà servir la metodologia de classe invertida (*flipped classroom*), en les sessions anteriors ja s'ha parlat de circuits i components, i ara cal portar-ho a la pràctica.

Se suposa que els estudiants han adquirit un coneixement bàsic de l'electricitat i se'ls demanarà la visualització d'alguns vídeos per acabar-los de consolidar. El material que es proposa visualitzar té com a objectiu d'aprenentatge la representació dels circuits elèctrics a partir de l'observació de circuits reals, com per exemple el circuit d'encesa del llum de l'aula.

La visualització d'aquests vídeos s'ha de fer a casa, i a l'aula el professor ha de comprovar quins alumnes els han vist per tal de tenir-ho en compte en el seu expedient, i que els alumnes vegin que el seu treball serà recompensat d'alguna manera.

Són dos vídeos de la pàgina web: "PCCL: the recreation of knowledge" [10]

Circuit simple: [http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity\\_electromagnetism\\_interactive/simple\\_circuit.htm](http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity_electromagnetism_interactive/simple_circuit.htm)

Circuit sèrie i circuit paral·lel: [http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity\\_electromagnetism\\_interactive/components\\_circuits\\_association-series\\_parallel.htm](http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity_electromagnetism_interactive/components_circuits_association-series_parallel.htm)

Aquesta sessió es realitzarà al taller. La tasca consistirà en construir diferents circuits elèctrics amb receptors i elements de maniobra. S'entregarà als alumnes un dossier amb un glossari de components i la seva simbologia, i unes activitats per realitzar, cada activitat tindrà una mica més de dificultat que l'anterior (vegeu l'annex 2). Es treballarà en equip, però cada membre de l'equip ha d'omplir el seu dossier.

Per tal de fomentar la cooperació entre els estudiants i la interdependència positiva es farà l'avaluació de la següent manera: cada alumne omplirà el seu dossier individual el qual entregarà el professor quan finalitzi la classe, tots els alumnes han de resoldre les tres

primeres activitats i per fer-ho es poden valer de l'ajuda dels seus companys d'equip, el professor només farà de guia. Si algun alumne no aconsegueix fer les activitats obligatòries el seu equip tindrà una penalització que afectarà a l'avaluació final de l'equip. Les activitats 4 i 5 són opcionals, els alumnes que les completin tindran una bonificació en l'assignatura que serà publicada a la intranet dins el perfil de l'alumne.

## 6.5 Sessió 5. Corrent continu i corrent altern

És el moment de fer la introducció als diferents tipus de corrent: el corrent continu i el corrent altern.

Seguint la metodologia de la sessió anterior es proposa als alumnes la visualització a casa de d'un vídeo interactiu [11] on s'explica aquest tema, i que contestin el qüestionari que s'hi proposa (interactiu creat amb H5P<sup>1</sup>)

Corrent continu i altern 1: <https://pilaro.h5p.com/content/1291338115994885427>

Un cop a l'aula es proposa fer una activitat amb tota la classe, on es farà un quadre a la pissarra amb els avantatges i inconvenients del corrent continu i el corrent altern, tenint en compte la visualització que s'ha fet del vídeo. El quadre final vindria a ser com el que segueix:

Corrent continu (CC)	Corrent altern (CA)
Sigles en anglès: DC	Sigles en anglès: AC
Els electrons circulen sempre en el mateix sentit.	Els electrons canvien de sentit 50 vegades per segon.
Els generadors de corrent continu són les piles, les bateries i les dinamos.	Els generadors de corrent altern són els alternadors que es troben a les centrals generadores d'electricitat.
Els dispositius electrònics funcionen en corrent continu, per això és necessari un carregador/rectificador per connectar-los al corrent altern dels endolls.	L'electricitat que arriba a casa és en corrent altern.
Les piles o bateries no són un dipòsit d'electrons sinó que la seva funció es mobilitzar els electrons que es troben en el propi cable.	

<sup>1</sup> <https://h5p.org/>

<p>El corrent continu és el més adequada per alimentar dispositius que tenen components electrònics o un consum reduït.</p>	<p>El corrent altern és relativament fàcil de generar en grans quantitats, per això és el que s'utilitza per alimentar aparells que tenen un consum important o estan en funcionament moltes hores: il·luminació, aparells de cuina, motors, indústria en general, etc.</p>
	<p>El corrent altern és fàcil canviar la tensió, utilitzant els transformadors. Per això és molt més fàcil transportar-la a grans distàncies, ja que es pot elevar la tensió amb un transformador elevador i tornar-la a reduir amb un transformador reductor, quan arriba al seu destí.</p>
	<p>Els motors de corrent altern són més eficients i econòmics.</p>

Figura 2. Quadre resum sobre corrent continu i corrent altern. Font pròpia.

L'objectiu de la sessió és que els alumnes coneguin que l'electricitat que arriba a casa nostra és corrent altern i el motiu pel qual és així.

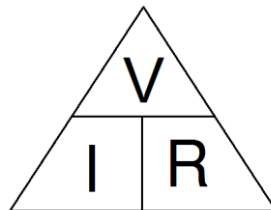
La última part de la classe es realitzarà una activitat de gamificació utilitzant l'eina Kahoot<sup>2</sup> per repassar els conceptes que s'han donat fins al moment.

<https://create.kahoot.it/creator/d985b0ca-20c8-4a51-b278-f908d2647ef1>

## 6.6 Sessió 6. Simulació de circuits i comprovació de la llei d'Ohm

Es presentarà la llei d'Ohm i la seva fórmula i s'explicarà com resoldre exercicis per obtenir els valors de les diferents magnituds que cal resoldre.

Per explicar la fórmula es farà servir la regla mnemotècnica del triangle de magnituds:



Així, a partir del triangle podem extreure les diferents fórmules en funció de si la incògnita és el voltatge, la intensitat o la resistència:

$$V=I \cdot R, \quad I=\frac{V}{R}, \quad R=\frac{V}{I}$$

<sup>2</sup> <https://create.kahoot.it>

Es plantejaran diferents exercicis (vegeu l'annex 3) que un cop resolts es dibuixaran al simulador CircuitLab [12] i els mateixos alumnes podran comprovar el resultat.

Es farà èmfasi a posar el resultat de l'exercici de manera clara i amb la unitat de mesura corresponent.

Està clar que dedicar una única classe a la Llei d'Ohm no és suficient perquè els alumnes puguin desenvolupar amb facilitat aquest tipus d'exercicis, però tenint en compte que és la primera vegada que es toca el tema de l'electricitat i que alguns alumnes no tenen molt desenvolupada la competència matemàtica per resoldre aquest tipus d'exercicis, es creu molt més important fer una introducció a l'electricitat amb activitats més pràctiques i palpables que amb la resolució de múltiples problemes matemàtics.

Al final de la sessió es projecta la següent fotografia a la pissarra i se'ls convida a contestar la pregunta:

Per què no s'electrocuten aquests ocells?



Foto 1. Estornells en una línia de mitjana tensió de 25 kV. Font pròpia.

Amb aquesta pregunta al final de la classe es busca aconseguir l'efecte Zeigarnik [13], que demostra que les tasques que s'interrompen abans de finalitzar-les es recorden molt millor que la resta de tasques.

## 6.7 Sessió 7. Preparam la primera sortida: “El camí de l'electricitat” (part 1)

Durant les sessions 7 i 8 es farà una preparació per a la següent, en la que es realitzarà una sortida d'entorn.

S'iniciarà fent recordar els alumnes alguns dels conceptes clau que ja s'han explicat en sessions anteriors:

- L'energia que es consumeix en cada moment cal generar-la en el mateix moment.
- La generació d'energia pot ser amb fonts d'energia renovable o no renovable.

Recuperarem les dades recollides de la web de REE de la primera sessió i les anotarem al dossier de treball que es farà per parelles (vegeu l'annex 4). Les dades que es treballaran són les següents:

- Estructura de la generació per tecnologies, percentatge de contribució per cada tecnologia i ordre de major a menor.
- Percentatge de generació amb fonts renovables i amb fonts no renovables.
- Quantitat de CO<sub>2</sub>, emès a l'atmosfera en TCO<sub>2</sub> eq/h

Un cop tenim les tecnologies que estan generant electricitat en aquest moment es farà una recerca de quines d'elles es generen a Catalunya i es situaran en un mapa. Per fer-ho es consultarà la pàgina web:

<https://analisi.transparenciacatalunya.cat/Energia/Instal-laci-de-producci-d-energia-el-ctrica-Dades-/arbg-m6sq/data>

Aquest treball es farà amb tota la classe en un mapa projectat a la pissarra. Cada parella ho haurà d'anotar al seu dossier. La resta de l'hora de classe tindran temps per completar el dossier i entregar-lo.

## 6.8 Sessió 8. Preparem la primera sortida: "El camí de l'electricitat" (part 2)

La sessió 8 s'iniciarà amb un treball fet a casa, es farà servir la tècnica *Spam Based Learning* descrita en l'apartat 5.5, el procediment que se seguirà és el següent:

### 6.8.1 Correu electrònic

L'endemà de l'última classe s'enviarà un correu a tots els alumnes com el que segueix:

- Per a : Tots els alumnes del curs
- Tema: El camí de l'electricitat
- Fitxer adjunt: "Des de la generació fins a casa nostra.doc" (vegeu annex 5)
- Cos del correu:

Hola,

En l'última sessió vàrem poder veure on es generava l'electricitat que estem consumint en cada moment, n'hi ha que es genera a prop i n'hi ha que més lluny. Però saps com es transporta aquesta electricitat fins a casa nostra?

Us adjunto un document, amb una explicació i unes propostes d'activitats, realitzeu-les i envieu-me-les al meu correu electrònic, teniu de temps fins el proper dia 11 a les 23:55.



Si trobeu la tasca complicada contesteu aquest correu i us oferiré ajuda.

Salutacions,

La professora.

### 6.8.2 Desenvolupament de la classe al següent dia

A l'inici de la sessió es farà la correcció de l'activitat que s'havia proposat a casa i es revisaran els conceptes que no s'han acabat d'entendre i que els alumnes tenen dubtes.

La classe següent es plantejarà com un debat constructiu a partir de les preguntes que realitzarà el professor, acompanyades d'una presentació en PowerPoint amb fotografies (vegeu l'annex 6), el recorregut que es farà amb les diferents qüestions que es plantegin anirà des de la generació de l'electricitat, passant pel transport i la distribució, fins arribar al consum:

- On es genera l'electricitat que estem consumint en aquest moment?
- Com arriba fins a l'Institut?
- Perquè cal canviar la tensió o voltatge?
- Quin aparell s'utilitza per fer el canvi de tensió o voltatge?
- Quants cables subjecten les torres d'alta tensió?
- Com és que hi ha suports que són molt alts i d'altres que són més baixos?
- Què és un subministrament monofàsic i un subministrament trifàsic?
- Quants cables tenen les línies de mitjana tensió?
- Quants cables tenen les línies de baixa tensió?

Al final de la sessió es farà un glossari on es recolliran els conceptes nous que hagin pogut sortir i es classificaran segons corresponguin a generació, transport/distribució o consum. Es procurarà que els alumnes vagin generant el glossari i amb l'ajuda del professor acabar-lo de completar.

#### **Glossari:**

**Generació:** central tèrmica, central nuclear, cicle combinat, gas, carbó, vent, sol, aigua, font d'energia renovable, font d'energia no renovable, central solar, fotovoltaica, central hidroelèctrica, turbina, alternador, molins de vent, pila, grup generador.

**Distribució:** subestació elevadora de tensió, subestació reductora de tensió, torres d'alta tensió, transformador, suports de mitjana tensió, xarxa aèria, xarxa subterrània, suports de baixa tensió.

**Consum:** interruptor, endoll, il·luminació, maquinària, motors, electrodomèstics, estalvi energètic, eficiència energètica.

Com a activitat complementària es pot proposar als alumnes que creïn uns mots encreuats amb les paraules que escullin del glossari que hem construït. Ens pot ser útil la pàgina web: <http://www.crosswordpuzzlegames.com/create.html>



## 6.9 Sessió 9. Sortim a descobrir els camins de l'electricitat

Aquesta sessió es realitza a l'aire lliure i seran necessàries dues sessions consecutives, es pot pactar amb l'assignatura d'abans o de després i a la següent setmana fer-ho al revés, o una sessió juntament amb el pati, si és possible. L'objectiu és fer un recorregut de l'electricitat començant des del comptador de l'electricitat que trobarem a l'exterior de l'Institut i continuant enrere fins arribar al transformador i imaginar-nos el camí fins a la central de generació.

Amb les dues visites que es plantegen en aquesta programació es pretén oferir als alumnes els escenaris alternatius a l'aula perquè es produeixi l'aprenentatge.

Es realitzarà un recorregut marcat amb l'aplicació MHM (*Mobile History Map*) i hauran de resoldre les preguntes que se'ls plantegin tot realitzant el recorregut que fa l'electricitat per arribar a l'Institut. Les diferents parades i qüestions a resoldre seran:

- 1- Comptador d'electricitat: és l'aparell que mesura el consum elèctric que es fa a l'Institut. Què mesura el comptador i amb quina unitat ho fa?
  - a. Mesura la tensió i ho fa en volts (V)
  - b. Mesura la intensitat i ho fa en ampers (A)
  - c. Mesura la resistència i ho fa en ohms ( $\Omega$ )
  - d. Mesura el consum d'energia i ho fa en kilowatts-hora (kWh)
- 2- Suport i línia de baixa tensió. Aquest suport pertany a la xarxa de baixa tensió, la qual transporta l'electricitat a una tensió de:
  - a. 12 V
  - b. 24 V
  - c. 400 V
  - d. 25000 V
- 3- Suport i línia de mitjana tensió. Aquest suport pertany a la xarxa de mitjana tensió, la qual transporta l'electricitat a una tensió de:
  - a. 12 V
  - b. 24 V
  - c. 400 V
  - d. 25000 V
- 4- Suport i línia de mitjana tensió. El cable està subjecte al suport a través de tres plats de vidre que serveixen per:
  - a. Perquè els ocells vagin a fer el niu
  - b. Per fer més bonic
  - c. Perquè si el cable toca el suport metàl·lic seria perillós perquè si toquem el suport ens podríem electrocutar
  - d. Perquè el cable quedi subjectat més fort
- 5- Línia de mitjana tensió. Els suports sempre subjecten tres cables o un múltiple de tres cables. Per què?
  - a. Un cable és pel que va l'electricitat, l'altre pel que torna i el tercer és de reserva
  - b. Només es fa servir un cable, els altres són de reserva
  - c. Pels tres cables hi circula corrent ja que el transport de l'electricitat es realitza en un sistema trifàsic (tres fases)

- 6- Centre de transformació. Quina creus que és la funció del centre de transformació:
- Transformar l'electricitat de corrent alterna a corrent contínua
  - Reduir la tensió de l'electricitat, passant de mitjana tensió a baixa tensió i així arriba a les cases a 400 V
  - Augmentar la tensió de l'electricitat, passant de baixa tensió a mitjana tensió i així arriba a les cases a 25000 V

Aquesta activitat es farà en equip i el professor acompanyarà als alumnes per resoldre els dubtes que es vagin plantejant, tot procurant fer connexions amb els aprenentatges realitzats a classe amb els elements que podem trobar en el nostre entorn.

### 6.10 Sessió 10. Analitzem una factura de la llum. Energia i potència

L'objectiu de la sessió és introduir els conceptes d'energia i potència, i després analitzar una factura de subministrament elèctric per adonar-nos d'on apareixen aquests conceptes i quina importància tenen en l'import total.

Una possible introducció que podria fer el professor per introduir aquests dos conceptes, posant exemples que els alumnes puguin considerar pròxims, podria ser:

*La definició de potència és la quantitat de treball realitzat per unitat de temps, però no només parlem de potència en electricitat sinó que també parlem de la potència dels cotxes, de la potència que té un xut de pilota, de la potència que necessita un coet en enlairar-se. I és evident que per fer segons quins treballs és necessària molta potència sinó són molt difícils de fer o trigaríem molta estona.*

*D'altra banda per realitzar aquest treball es consumeix una energia, que pot venir de la benzina del cotxe o de l'energia que té un futbolista ja que s'alimenta adequadament i manté una bona salut. L'energia és la capacitat de realitzar un treball.*

*Un cop feta aquesta introducció entrem en el món de l'electricitat posant un exemple als alumnes que sigui ben pràctic i entenedor:*

*Quan parlem de la potència que consumeix un aparell elèctric ens indica la quantitat d'energia que necessita per realitzar la seva funció, així si un aparell té una potència molt gran consumirà molta energia, però a la vegada realitzarà la seva funció de manera més ràpida. Així per exemple si escalfem uns macarrons al microones a 1000 W s'escalfaran més ràpid que si els escalfem a 600 W.*

*La fórmula de la potència és :  $P = I \cdot V$ , i la seva unitat són els watts (W).*

*Ara bé, la factura de la llum no serà el mateix si escalfem un plat de macarrons per nosaltres, que amb un minut segurament ja estaran calents, que si hem d'escalfar els macarrons de tots els companys de classe, hi esteu d'acord?*

*La fórmula de l'energia és:  $E = P \times t$ , i la seva unitat és el kWh.*

*La factura de l'electricitat conté els dos conceptes: la potència, que és la quantitat d'energia que es pot consumir a la vegada, i l'energia, que és la quantitat "d'electricitat" que s'ha consumit en un període de temps. Analitzem ara una factura d'electricitat (vegeu l'annex 8).*

La potència i l'energia són dos conceptes que van apareixent al llarg del temari tecnològic, en aquesta sessió només es pretén fer una introducció i vincular-ho a la factura de la llum. Amb l'activitat que es proposa es pretén que els alumnes treballin una mica més al voltant d'aquests dos conceptes.

### 6.11 Sessió 11. Preparem la sortida a la central hidroelèctrica de Sastre

Per fer aquesta sortida s'entregarà un dossier per cada alumne (vegeu l'annex 7), creant així una activitat específica dedicada a la reflexió individual de l'alumnat.

La primera part del dossier conté la contextualització històrica de l'arribada de l'electricitat a la nostra població, es pretén que els alumnes adquireixin una mica de perspectiva històrica, al cap i a la fi no fa tants anys que gaudim d'electricitat a les nostres llars, realment l'arribada de l'electricitat va ser un revulsiu que va fer que la nostra societat es transformés i encara avui s'està transformant a gran velocitat. Es farà una lectura conjunta entre tota la classe i s'aniran introduint reflexions sobre el què s'està llegint, tot procurant la participació de tots els alumnes.

La segona part se centra en la generació hidroelèctrica, on s'explica el diferents tipus de centrals i es plantegen tres activitats per realitzar a la classe.

Finalment l'última part del dossier conté un qüestionari que caldrà omplir durant la visita a la central hidroelèctrica de Sastre.

### 6.12 Sessió 12. Sortida a la central hidroelèctrica de Sastre

La central de Sastre es troba a uns 22 km de l'institut, es dona l'opció als alumnes d'anar-hi en bicicleta o en autobús que els deixarà a 2 km de la central, així es farà un grup que anirà en bicicleta i l'altre que anirà a peu, tant l'un com l'altre anirà acompanyat dels professors que correspongui per complir la ratio professors/alumnes, i d'aquesta manera es pretén arribar a les preferències de tots els alumnes i gaudir de la sortida i de la natura tots plegats. Es proposa fer aquesta excursió conjuntament amb tots els grups de 2n d'ESO i es planteja com una sortida de dia sencer.

## Cal Sastre - Institut

23

Afegeix a la llista ☆ Fes la teva valoració

Comparteix

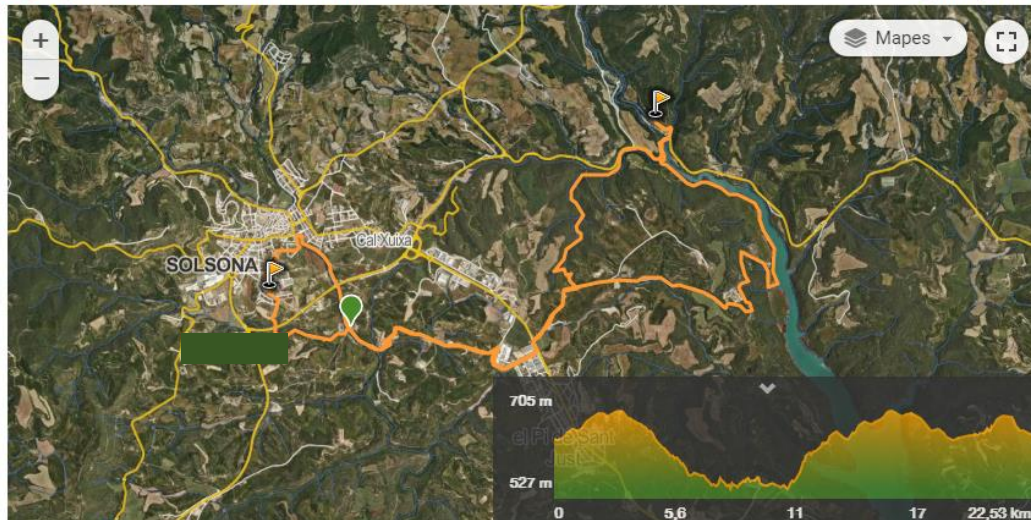


Figura 1. Ruta del Wikiloc des de l'Institut fins a la central de cal Sastre. Font: <https://ca.wikiloc.com/rutes-btt/>

Les excursions serveixen per aprendre d'una forma més vivencial, i alhora descansar de la rutina a la qual estem acostumats durant el curs. A més, durant les sortides podem conèixer els professors i els companys d'una altra manera, en un altre context i en un altre ambient, normalment en una situació més distesa.

També es dona importància a conèixer allò que tenim més proper, que moltes vegades ens oblidem, i què millor ara que estem estudiant l'electricitat que coneixem allà on es va generar per primera vegada l'electricitat que va arribar a la nostra població? Potser els alumnes podrien demanar als seus avis com recorden la seva infantesa, si hi havia tants aparells elèctrics com hi ha ara. En certa manera això també forma part de l'aprenentatge en la zona de desenvolupament proper de Vigotsky, no?

### 6.13 Sessió 13. Comencem el nostre projecte

En les dues últimes sessions es planteja als alumnes fer un treball obert. Consisteix en que realitzin un projecte en equip escollint un dels temes que s'han treballat durant les sessions de l'electricitat i que facin una petita recerca per ampliar la informació, organitzar-la, per acabar presentant un projecte. Es proposen uns temes tipus, i una estructura de treball que els servirà de guia per realitzar-lo.

Es proposen els temes següents:

1. La matèria i els àtoms
2. El circuit elèctric i els seus components
3. Mesures elèctriques i llei d'Ohm
4. Generació d'energia elèctrica (escollir-ne un tipus i desenvolupar-lo)
5. Fonts d'energia renovables i no renovables
6. Transport i distribució de l'energia elèctrica

Aquest projecte final tindrà un pes important en l'avaluació del tema ja que serà la síntesi del que els estudiants han après durant el tema. Dins l'avaluació del projecte s'avaluarà també l'equip de treball i es farà coavaluació entre els membres de l'equip, ja que un dels objectius que es plantejava era l'aprenentatge cooperatiu, i aconseguir la interacció entre tots els membres per tal de fer-los experimentar la importància que té treballar en equip i que en puguin percebre els seus beneficis. Així, el contingut del projecte tindrà una part explicativa de com ha funcionat l'equip de treball i una altra part del contingut propi escollit i del qual hauran de fer recerca.

Els apartats principals del projecte hauran de ser:

1. Per què heu escollit aquest tema? Com ho heu decidit? (expliqueu quins temes han sortit de bon principi i com heu pres la decisió).
2. Quines preguntes volem resoldre d'aquest tema? (feu una pluja d'idees i apunteu totes les preguntes que surtin, repartiu les preguntes).
3. Cos del projecte on es desenvolupen les preguntes plantejades en l'apartat anterior.
4. Resum o mapa conceptual.
5. Avaluació de l'equip i coevaluació.

S'entregarà a cada equip un dossier per omplir (vegeu l'annex 9).

Al final d'aquesta sessió caldrà que cada equip entregui els dos primers apartats complimentats, això permetrà al professor fer un seguiment en la següent sessió.

En la presentació de l'activitat s'ensenyaran als alumnes les diferents rúbriques d'avaluació per tal que els pugui servir de guia de com s'espera que es desenvolupi el seu treball i puguin actuar per complir en allò que s'espera d'ells.

#### **6.14 Sessió 14. Continuem i acabem el nostre projecte**

En aquesta sessió l'equip s'ha de centrar en fer el cos del projecte, ho poden fer individualment, per parelles o tot l'equip conjuntament. En la part central del projecte han de respondre les preguntes que s'han plantejat, alguna d'elles ha de suposar una recerca d'informació que suposi un contingut nou que no s'ha donat a classe.

En l'últim apartat han de fer un resum o mapa conceptual del tema tractat.

Es reservaran els últims minuts de la sessió perquè l'equip faci la seva autoavaluació i llavors cada membre pugui fer la seva avaluació i la de la resta de components de l'equip (coavaluació), utilitzant les rúbriques d'avaluació adjuntes a l'annex 7 [12].

La rúbrica que utilitzarà el professor per avaluar el projecte serà la següent i es mostrarà als alumnes per tal que ho tinguin present a l'hora de desenvolupar el projecte.

	<b>MOLT BÉ</b>	<b>CORRECTE</b>	<b>FLUIX</b>	<b>CAL MILLORAR-HO</b>
<b>Presentació</b>	El projecte està ben presentat, sense pràcticament faltes d'ortografia, de puntuació o gramaticals.	El projecte està ben presentat, amb poques faltes d'ortografia, de puntuació o gramaticals.	En general el projecte està ben presentat, però té moltes faltes d'ortografia, de puntuació o gramaticals que es consideren bàsiques en aquest nivell.	El projecte presentat està incomplet.
<b>Contingut</b>	El projecte té tots els apartats que es demanaven i estan ben desenvolupats. Una part del contingut és nou i no s'havia donat en les sessions de classe.	El projecte té tots els apartats que es demanaven. Però li falta que una part del contingut sigui nou.	Al projecte li falta desenvolupar amb suficient profunditat algun dels apartats.	El projecte té moltes mancances respecte el que es demanava.
<b>Organització de l'equip</b>	S'han repartit els rols i les tasques després de discutir com les faran i s'ajuden quan algun dels membres té dificultats.	Cada component del grup té un rol assignat que han distribuït després de parlar sobre la millor manera de fer la tasca, tot i que després no s'ajuden prou en la seva realització.	Es distribueixen els rols i les tasques, i cadascú treballa de manera independent sense ajudar els companys (divisió del treball).	A l'equip li costa organitzar-se i al final decideixen els rols i què faran sense discutir-ho.

### 6.15 Sessió 15. Sessió de tancament

Després de 14 sessions de classe val la pena fer una parada i una valoració de tot el que s'ha après, i és important que els alumnes en siguin conscients. Podem recuperar els tests del primer dia on els alumnes van escriure tot allò que sabien de l'electricitat i fer-los reflexionar del que coneixen ara, i que ha valgut la pena tot l'esforç que han fet per tenir tot aquest coneixement que els servirà per continuar aprenent en els cursos posteriors, però el més important, els servirà perquè quan algú els preguntí: "Per què s'ha encès el llum?" puguin explicar molt més que: "Perquè has accionat l'interruptor".

Aquesta última sessió es pot aprofitar per donar les notes d'avaluació als alumnes i fer una activitat més lúdica, com per exemple resoldre els mots encreuats que van fer a la sessió 8, o crear-ne de nous, o resoldre un kahoot sobre l'energia hidroelèctrica: <https://create.kahoot.it/details/775430a2-7953-43a8-981b-09c8413b71d6>

## 7 Conclusions

El tema de l'electricitat tot i que és força apassionant, a la vegada pot ser complicat fer-lo arribar als alumnes. A 2n d'ESO és el primer cop que entra dins del currículum i la primera aproximació hauria de ser engrescadora per als alumnes perquè no l'avorreixin de bon principi. Per això s'ha considerat interessant introduir activitats més lúdiques, com les sortides, i palpables, com les sessions de laboratori.

Una de les preguntes que fan sovint els alumnes és: per què em servirà això? La resposta fàcil seria per tenir una cultura general, però pocs alumnes queden convençuts. La idea ha estat que vegin l'electricitat per totes bandes, als seus dispositius mòbils, a la seva habitació o quan van caminant a l'Institut, i que es puguin fer preguntes i ells mateixos les puguin resoldre.

Explícitament no s'ha parlat d'un dels principals factors que intervenen en l'aprenentatge dels alumnes, que és la seva motivació, tot i que al llarg de tot el treball s'ha intentat que les activitats proposades "motivin" als alumnes, les trobin interessants i útils. Però la motivació no s'aconsegueix només amb el disseny atractiu de les activitats sinó que al darrere hi ha d'haver un professor que li agradi la seva feina i que tingui com a principal objectiu que els seus alumnes aprenguin i, sinó ho fan, preguntar-se per què tot posant-se al seu lloc. La motivació no ha de ser un objectiu sinó el camí cap a l'aprenentatge. Fent una última menció a H. Ruiz [2], en el seu llibre parla de l'autoeficàcia dels alumnes i la defineix com la mesura que ell/a es veu capaç d'aconseguir una meta d'aprenentatge, doncs una de les tasques del professor és ajudar als alumnes a veure que ells són capaços d'aconseguir l'aprenentatge amb el seu esforç i dedicació.

## 8 Bibliografia

- [1] Tecpan, S., Benegas, J., Zavala, G. (2015) “Entendimiento conceptual y dificultades de aprendizaje de Electricidad y Magnetismo identificadas por profesores”. *Latin-American Journal of Physics Education*, ISSN-e 1870-9095, Vol. 9, N<sup>o</sup>. Extra 1, 2015.
- [2] Ruíz Martín, H. (2020) “¿Cómo aprendemos?” 2a Edició. Editorial Graó. ISBN: 978-84-18058-05-9.
- [3] Pujolàs, P. (2003) “Aprender juntos alumnos diferentes”. Eumo Editorial.
- [4] Johnson, D.W., Johnson, R.T., Holubec, E.J..(1999). “El aprendizaje cooperativo en el aula”. Editorial Paidós SAICF. 1999. ISBN 950-12-21-2144-X.
- [5] “Juntos aprendemos mejor: El aprendizaje colaborativo” [en línia]. 2018. [Consulta: 1 maig 2021]. Disponible a: <https://www.centrokehila.org/metodos/aprendizaje-colaborativo>.
- [6] Rosenshine, B. (2010) “Principles of Instruction. Research-Based Strategies that all teachers should know”. *Educational Practices Series-21*. UNESCO International Bureau of Education.
- [7] Gonzalez, M. (2013). “Teoria del aprenentatge significatiu d'Ausubel - PsicoPedagogia G3”. [Consulta 20 de maig 2021]. Disponible a: <https://sites.google.com/site/psicopedagogia3/3teoria-del-aprenentatge-significatiu-clausubel>
- [8] Prieto, A., Díaz, D., Lara, I., Montserrat, J., Sanvicen, P., Santiago, R., Corell, A., Álvarez-Mon, M. (2018). “Nuevas combinaciones de aula inversa con just in time teaching y análisis de respuestas de alumnos” *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), pp. 175-194. DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.21.1.18836> – ISSN: 1138-2783 – E-ISSN: 1390-3306
- [9] Red Eléctrica de España. “Seguimiento de la demanda de energía eléctrica”. Disponible a: <https://demanda.ree.es/visiona/home>.
- [10] PCCL: the recreation of knowledge. “Interactive simulations”. [Consulta 20 d'abril 2021]. Disponible a: [http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity\\_interactive.htm](http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity_interactive.htm)
- [11] Cardedeu, J. (2020). “Corrent Continu i altern 1”. [Consulta 4 de maig 2021]. Disponible a: [https://www.youtube.com/watch?v=alZI\\_d-ogA](https://www.youtube.com/watch?v=alZI_d-ogA)
- [12] CircuitLab “Circuit simulation and schematics”. [Consulta 5 de març 2021]. Disponible a: <https://www.circuitlab.com/>





[13] Domingo, J., Almajano, P., De Corral, I. (2008)“El efecto Zeigarnik en el aprendizaje cooperativo”. Ensayos. [Consulta 19 maig 2021]. Disponible a: <https://www.buenastareas.com/ensayos/El-Efecto-Zeigarnik-En-El-Aprendizaje/3719199.html>.

[14] Tesor de recursos “Rúbriques per avaluar el treball cooperatiu, l’individual i el de grup”. [Consulta 2 de maig 2021]. Disponible a: <https://tresorderecursos.com/rubriques-per-avaluar-el-treball-cooperatiu-lindividual-i-el-de-grup/>