



Projecte
Solaris

GUIA DIDÀCTICA

Eumo Editorial. Pl. de Miquel de Clariana, 3 - 08500 Vic. Tel. 93 889 28 18 - Fax 93 889 35 41 - www.eumoeditorial.com

Edicions del Bullent. C. de la Taronja, 10. 46210 Picanya. Tel. 96 159 08 41 - Fax 96 159 08 45

13

LA FORÇA DEL RIU

PER ENTENDRE LES CENTRALS HIDROELÈCTRIQUES I
L'ELECTRIFICACIÓ A CATALUNYA

JORDI FONT I AGUSTÍ - F. XAVIER PARDO I DE CAMPOS

PRESENTACIÓ DEL TEMA CIENTÍFIC

Estem tan acostumats a utilitzar el corrent elèctric, que amb prou feines sabem viure quan no en tenim. Cal pensar només en els problemes que ens suposa patir una avaria elèctrica de 24 hores. Però no fa ni cent anys que l'electricitat ens ajuda a resoldre problemes i a satisfer les nostres necessitats quotidianes: conservació dels aliments, il·luminació, transmissió d'informació, transport, etc. La construcció de les primeres centrals hidroelèctriques de Catalunya fou una autèntica aventura. Aquesta és la paraula que fan servir tots els autors en explicar les iniciatives empresarials, els grans moviments de materials i mà d'obra, les actuacions fetes a l'alta muntanya, etc. En aquesta novel·la s'explica com es va produir l'electrificació de Catalunya i com, amb tecnologies de control adequades, les velles centrals hidroelèctriques encara són una de les fonts més interessants i rendibles de corrent elèctric. Explicar aquesta història tècnica, vol dir també explicar la història humana i política que hi subjau.

INTRODUCCIÓ A LA TRAMA LITERÀRIA

La Marta, una barcelonina que just ha acabat els estudis d'enginyeria, rep com a herència familiar el repte de tornar a fer productiva, aplicant les noves tecnologies de control, una petita central hidroelèctrica del Pallars Jussà que havia construït un avantpassat seu. En una carrera contra el temps perquè ha de complir determinats terminis amb la gran companyia elèctrica que li comprarà el corrent que produeixi, no només haurà d'aprofundir en l'electrotècnia, sinó que s'haurà de submergir en la història de la tecnologia per conèixer com era la vida, a la vall Fosca, dels pioners que a primers de segle van electrificar Catalunya. A més, per poder posar en marxa de nou la central haurà de resoldre un enigma relacionat amb els templers i la conservació del patrimoni històric que, des del passat, li plantejarà el seu predecessor.

UBICACIÓ A L'ESO

La força del riu pot ser emprada tant des de l'Àrea de Tecnologia com des de l'Àrea de Ciències Socials. La idea que vertebrava la proposta és que l'ensenyament de la tecnologia és inseparable de la història del seu desenvolupament i no es pot desvincular dels éssers humans i de les societats que l'han duta a terme i l'han utilitzada. Sigui com sigui, la naturalesa mateixa de l'assumpte que tracta la novel·la aboca a la interdisciplinarietat, a l'encontre de les dues cultures: la científicotecnològica i la humanísticoliterària.

OBJECTIUS GENERALS D'ETAPA

Els objectius generals de l'etapa demanen que l'alumnat sigui capaç de reconèixer en l'entorn el resultat de l'actuació dels grups humans al llarg dels anys. El sisè objectiu normatiu, assenyalava clarament que cal assolir la capacitat de conèixer les causes i les aplicacions del desenvolupament científic i tecnològic, i buscar informacions contrastades pel que fa a la seva incidència sobre el medi físic i social.

A l'Àrea de Tecnologia, el primer objectiu és precisament el de ser capaç de relacionar elements bàsics de la cultura tecnològica que permetin que l'alumnat compregui els canvis que es produeixen en les formes de vida: relacions entre els homes i la natura, i relacions socials i de producció.

Ja a l'Àrea de Ciències Socials, es demana que l'alumnat sigui capaç de criticar qualsevol fenomen, actual o històric, relacionat amb les societats i els espais que ocupen, i que sigui capaç d'identificar algunes de les causes principals que motiven una determinada situació o fet històric i les conseqüències que poden derivar-se'n.

OBJECTIUS TERMINALS

De l'Àrea de Tecnologia

- Assenyalar els grans sectors industrials de Catalunya i analitzar les condicions naturals, econòmiques, tècniques i socials que afavoreixen la implantació d'una determinada indústria en una zona.
- Conèixer els grans sectors industrials de Catalunya: la seva especificitat tecnològica i la seva relació amb les necessitats humanes.
- Conèixer les diferents formes d'energia, tant les d'ús domèstic com les d'ús industrial.
- Identificar transformacions entre diferents formes d'energia i tipus d'instruments que permeten aquestes transformacions.
- Habituar-se a observar, analitzar i utilitzar l'entorn tecnològic.
- Descriure els mecanismes més importants de les màquines i identificar-hi la transmissió de moviment i d'energia.
- Identificar i descriure els components més característics d'un circuit elèctric, el funcionament i la relació entre les magnituds que el caracteritzen.
- Explicar el significat dels símbols dels elements elèctrics i mecànics d'aparells, circuits, instal·lacions, etc.
- Identificar i descriure les diferents parts i el funcionament dels motors elèctrics i les turbines.

De l'Àrea de Ciències Socials

- Identificar i classificar diferents tipus de paisatge de Catalunya, segons el grau d'intervenció antròpica i amb referència als paisatges naturals originaris.
- Conèixer la funció i l'estructura dels elements que configuren les conurbacions actuals, industrials o de serveis, en especial les característiques de la megàpoli barcelonina i les seves zones d'influència.
- Conèixer les principals formes de canvi i de conflictitat social i política de Catalunya durant el segle XIX i principis del XX, amb l'aparició del federalisme, la maçoneria, l'anarquisme i l'emigració i la immigració.
- Prendre consciència de la tecnificació, la industrialització i la seva evolució com a resposta de les necessitats humanes.

OBJECTIUS DIDÀCTICS

L'essencial a *La força del riu* és descriure un entorn tecnològic, concretament el que presidia el sistema elèctric basat en els aprofitaments hidràulics a les cascades del Niàgara (EEUU) a la fi del segle XIX, i, sobretot, el que s'introduí a la Vall Fosca (Pallars Jussà) a principi del segle XX.

Barcelona, 1880. En Jaume Clos, un mestre català emigra per motius polítics, i s'embarca per fer les *amèriques*. Als Estats Units d'Amèrica canviarà el seu destí professional i es convertirà en un expert electricista que participarà en algunes de les fites de la primitiva electrificació (enllumenat i motorització d'indústries, instal·lació de cadires elèctriques, aprofitament de la força del salt d'aigua del Niàgara, etc.). En acabar el seu periple americà trenta anys després, tornarà a Catalunya i participarà en la conquesta de l'anomenada «hulla blanca» al Pallars Jussà, on es quedarà a viure. Poc més de vuitanta anys més tard, la Marta, una barcelonina que tot just ha acabat els estudis d'enginyeria, rep com a herència familiar el repte de tornar a fer productiva una petita central hidroelèctrica del Pallars Jussà que havia construït el seu avantpassat Jaume Clos. En una cursa contra el temps, no solament haurà d'aprofundir en l'electrotècnia, sinó que s'haurà de submergir en la història de la tecnologia per conèixer com era la vida, a la Vall Fosca, dels pioners que a principis de segle van electrificar Catalunya. A més, per poder tornar a posar en marxa la central, haurà de resoldre un enigma relacionat amb els templers i amb la conservació del patrimoni històric que, des del passat, li plantejarà el seu predecessor.

Dinamos, motors elèctrics, transformadors, turbines, el debat entre el sistema elèctric basat en el corrent directe (DC) o en l'altern (AC), l'aprofitament dels salts d'aigua per fer electricitat, els T. Edison, G. Westinghouse, F. S. Pearson, E. Riu, els milers d'obers immigrants i els enginyers estrangers que participaren en l'epopeia dels inicis de la hidroelectricitat, la lluita per la supervivència, l'evocació del passat medieval a les valls del Pallars per mitjà d'empremtes arquitectòniques dels templers... tot plegat forma una xarxa indesmallable on el fil conductor dóna lloc a la trama del relat.

La força del riu no és només un passeig per una època històrica: es descriuen les electrodinamos, els dinamoalternadors, una vella microcentral hidroelèctrica i el seu pla d'actualització tecnològica i viabilitat econòmica, una central hidroelèctrica per canonada forçada i una central hidroelèctrica reversible de bombament, els canvis en els costums humans i en el paisatge, els impactes ambientals... Dins d'aquest text, el professorat de Tecnologia, de Ciències Socials, i, per què no, de Ciències Naturals, seleccionarà el que necessiti segons la programació que segueixi amb la garantia que, prengui el que prengui de la novel·la, estarà contextualitzat.

CONTINGUTS TRANSVERSALS

Ciència, tecnologia i societat, com a elements indestriables que no poden existir de forma pura per separat, i que tots tres són definidors de la nostra cultura i model de civilització.

ACTIVITATS D'APRENENTATGE I AVALUACIÓ

- Localitza damunt un planisferi el trajecte que fa la *Nueva Maria José*.
- Localitza sobre un mapa dels USA els itineraris i els llocs on treballa en Jaume Clos.
- Localitza damunt de mapes de Catalunya i del Pallars Jussà els trajectes que fa la Marta.
- Fes una taula amb les unitats que apareixen al text, tot indicant quina magnitud mesuren.
- Reprodueix a l’Aula de Tecnologia el conjunt turbina-generador.
- Fes un abre genealògic de la Marta.
- Calcula la potència del corrent que travessa el pobre William Kemmler a Nova York el 8 d’agost de 1889.
- Descriu les mesures de seguretat elèctrica que cal tenir a casa i a l’Aula de Tecnologia.
- En Jaume Clos escriu el seu diari a finals del segle XIX i primers del XX, i es mira les coses des de la seva ideologia. Fes una llista d’expressions i de frases escrites per ell que mostrin la seva manera de pensar.
- Què vol dir l’expressió hulla blanca? Què és l’hulla? De quin color és?
- A la plana 26 hi ha un gravat de Nova York. Pensa en la teva ciutat. S’hi consumeix més o menys corrent per habitant que a la Nova York de l’època de l’il·lustració? Per què al teu carrer no s’hi veu aquesta xarxa de fils elèctrics?
- La concessió de la central que hereta la Marta li permet prendre 15000 l/s d’aigua. Si sempre estigués agafant tota l’aigua que pot, quants litres passarien per la seva central al cap d’un any? Quants metres cúbics ocuparien? Quantes tones pesaria?
- Busca un esquema de la turbina Francis. Identifica els àleps fixos i els mòbils. Quina funció fa cada un d’ells? Per què aquests darrers són orientables?
- Està plovent. Quin trajecte seguirà una gota d’aigua caiguda sobre l’estany Morto (pàgina 55) per arribar a la central de Cabdella?
- A la pàgina 57 en Josep fa una llarga explicació a la Marta. Fes una llista de les principals idees expressades. Comenta les que et semblin més rellevants. Creus que tothom hi estaria d’acord?
- A partir del text de la novel·la, respon les preguntes següents:
- Què són les tecnologies de control?
- Per què la central no era rendible els anys setanta i ara ho pot tornar a ser?
- Quina influència té aquest fenomen en l’ocupació?
- Quina diferència hi ha entre el corrent elèctric directe (DC) i l’altern (AC)?
- Perquè es va triar el sistema en AC per a transportar l’energia elèctrica?

Prerara amb el grup-classe una eventual visita-itinerari a la vella (1914) central hidroelèctrica per canonada forçada de Cabdella, i a la moderna (1986) reversible de bombament del Pla de Sallente. Localitza al damunt d’un mapa la comarca del Pallars Jussà, a on possiblement accedireu des de Balaguer per la C-147. Per Tremp, La Pobla de Segur i Senterada, entrareu a la Vall Fosca, recorrereu l’extens terme de la Torre de Cabdella i, a més de les centrals elèctriques citades, podreu visitar una important zona lacustre, tal com esquemàticament trobareu a les il·lustracions de les pàgines 55 i 56 de la novel·la.

VOCABULARI BÀSIC

Central hidroelèctrica: obra i conducció	galeria	autòmats programables	turbina Francis
cala	impacte ecològic	corretja de transmissió	turbina Pelton
canbra d’aigües	impacte paisatgístic	eix de la turbina	turbina-bomba reversible
canal	pantà	electrodinamo	volant d’inèrcia
canonada	resclosa	generador	
cementació	salt d’aigua	generador-motor	
comporta	tren <i>renard</i>	perxa	
conca	wagoneta	politja	
desnivell		quadre de control	
dic	Central hidroelèctrica: maquinària	regulador	
embassament	àleb	rodet	
funicular	alternador	sensor	
		transformadors	línia d’alta tensió

línia aèria	puntes de consum	Pobla de Segur	Westinghouse Company
màquina elèctrica	tensió	Sallente	
motor	volum	Senterada	Mapes, plànols i dibuix tècnic
ordinador personal		Sosis	CAD
protecció elèctrica	Personalitats	Talarn	corba de nivell
relè	Artur Cuyàs	Torre de Cabdella	cota
reòstat	Thomas Edison	Tremp	escala
temporitzador	Francesc Ferrer i Guardià	Vall Fosca	mapa
xarxa de distribució	Lucien Gaulard	Vandellòs	plànol

Conceptes i magnituds en una central		Empreses	
altura		Barcelona Traction,	
cabal		Light and Power	
corrent altern		Company Ltd	
corrent elèctric		Barcelonesa de Electricidad	
corrent continu		Casa Dalmau	
distància		Cataract Construction i la	
electricitat		Niagara Falls Power	
energia		Compagnie Générale d’Élec- tricité	
energia mecànica		Energía Eléctrica de Cataluña	
energia potencial		Escher Wyss & Cia.	
energies renovables		FECSA	
frequència		Goodhouse & Rawson	
hulla blanca		Pullman	
intensitat		Riegos y Fuerzas del Ebro SA.	
magnetisme		Siemens & Halske	
potència		Société Suisse d’Industrie	
potència instantània		Électrique	

Topònims catalans			
Aiguabella			
Ascó			
Barcelona			
Cabdella			
Cellers			
Flamicell, riu			
Gavet de la Conca			
Gento, estany			
La Plana Lleida			
Molinos			
Montserrat de Pallars, pic			
Noguera Pallaresa, riu			
Pallars Jussà			

BIBLIOGRAFIA

CASTILLO, Arcadi, i altres, *La presó de l’aigua*. Tremp (Pallars Jussà): CIRIT, 1989
CIRIT, *Trobada amb la Ciència 1993 al Pallars i l’Alta Ribagorça*. CIRIT, 1995.
DUNSHEATH, Percy, *A History of Electrical Engineering*. Londres: Faber and Faber,1962.
FECSA, *Central hidráulica reversible de Estany Gento-Sallente. Descripción de las instalaciones*, 1995.
FONTANA, Josep, i altres, *Catalunya i Espanya al segle XX*. Barcelona: Columna, 1987.
FUGUET, Joan, *L’arquitectura dels temples a Catalunya*. Barcelona: Rafael Dalmau Editor, 1995.
GARCÍA, Jordi, i altres, *Diccionari de l’empresa elèctrica*. Barcelona: TERMCAT, 1989.
GARRABOU, Ramon, *Enginyers industrials, modernització econòmica i burgesia a Catalunya (1850-inicis del segle XX)*. Barce-lona: L’Avenç-Col·legi d’Enginyers industrials, 1982.
HUERTAS, Josep Maria, *Obrers a Catalunya. Manual d’història del moviment obrer (1840-1975)*. Barcelona: L’Avenç, 1982.
KRANZBERG, Melvin; Carroll W. PURSELL, Jr. (eds.) *Història de la Tecnología* (vol. 2). Barcelona: Gustavo Gili SA, 1981.
LLORACH, Emili, i altres, *D’Helios a Mazda: energies renovables*. CIRIT, 1991.
MARTÍN, José Luis; José María OLLER, *Orígenes de la industria eléctrica barcelonesa*. Barcelona: Instituto Municipal de Historia, 1961.
MARTÍNEZ BARRIOS, Luis, *Historia de las máquinas eléctricas*. Universitat Politècnica de Catalunya, 1991.
MATTHEW, Josephson, *Edison*. Barcelona: Plaza y Janés, 1962.
NADAL, Francesc, «Energia Elèctrica de Catalunya i l’hulla blanca de la Vall Fosca (1911-1925)», dins del vol. II de *Les tres xemeneies*, 3 volums coordinats per Horacio CAPEL, Barcelona: FECSA, 1994.
NADAL, Jordi; Jordi MALUQUER, *Catalunya, la fàbrica d’Espanya*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona/Generalitat de Catalunya, 1985.
SÁNCHEZ, Llorenç, *L’aventura hidroelèctrica de la Vall de Capdella* (2a ed.). Barcelona: FECSA, 1993.
SINTES O., Francisco; Francisco VIDAL B. *La industria eléctrica en España. Estudio económico y legal de la producción y consumo de electricidad y de material eléctrico*. Barcelona: Montaner y Simón, 1933.
UNESA *Las minicentrales hidroeléctricas en España*. Madrid: Mar-Car, 1988.