

LA FÍSICA SALTERS: UN PROJECTE DE FÍSICA PER AL BATXILLERAT AMB UNA ORIENTACIÓ CTS

PLANA¹, OCTAVI; CAAMAÑO², AURELI; ENRECH³, MONTSERRAT; MIRÓ⁴, CONCEPCIÓ; PUEYO⁵, LLUÍS; APARICIO⁶, ANA i LOZANO⁷, M. TERESA

¹ IES Can Puig (St. Pere de Ribes) <oplana@pie.xtec.es>

² IES Barcelona-Congrés (Barcelona) <acaamano@pie.xtec.es>

³ IES I. Blanxart (Terrassa) <menrech@pie.xtec.es>

⁴ Facultat de Ciències UAB <Concep.Miro@uab.es>

⁵ IES El Cairat (Esparraguera) <lpueyo@pie.xtec.es>

⁶ IES Torres i Bages (L'Hospitalet) <aaparc2@pie.xtec.es>

⁷ CDECT <mlozano@pie.xtec.es>

Centre de Documentació i Experimentació en Ciències i Tecnologia (CDECT)

Departament d'Educació. Generalitat de Catalunya.

Paraules clau: Física; Batxillerat; Projecte CTS.

OBJECTIUS DEL PROJECTE

Ens plantegem elaborar i experimentar un projecte de física de batxillerat que presenti els continguts de la física contextualitzats i relacionats amb les aplicacions tecnològiques i les grans preguntes que es fa la física sobre el món (Caamaño 2004). El projecte *Salters-Horners Advanced Physics* (Science Education Group 2001) reuneix aquestes característiques, per la qual cosa s'ha decidit adaptar-lo al nostre currículum, tenint en compte el nostre entorn i la nostra realitat educativa (Plana et al. 2005), tal com ja es va fer amb el projecte *Salters Chemistry Advanced* i s'està fent amb la Biologia Nuffield-Salters. Els materials elaborats s'experimentaran en diversos centres i els resultats de l'experimentació s'incorporaran al projecte. En una etapa posterior es vol difondre aquesta orientació CTS i organitzar activitats de formació.

JUSTIFICACIÓ DEL PROJECTE I MARC TEÒRIC

Per a molts alumnes d'ESO la Física és una matèria abstracta i poc motivadora, això sovint contribueix a que la curiositat i l'interès que podien tenir s'apagui i optin per dedicar els seus esforços a altres camps. Els que trien la Física al Batxillerat, es troben una matèria difícil, allunyada del seu món, i en la qual les aplicacions pràctiques i els temes actuals gairebé no tenen cabuda. El professorat sí sap que la Física està directament relacionada amb tot un ventall d'aplicacions i de situacions, però gairebé sempre iniciem l'estudi de la física per uns fonaments teòrics apartats de l'experiència dels estudiants i mai no arribem a fer fructificar aquests fonaments, o només presentem les aplicacions com una anècdota per la qual es passa ràpidament abans d'abordar el següent tema. Cal fer un esforç per acostar la física que ensenyem a la física que es fa servir en el segle XXI. A continuació mostrem com el projecte SHAP ofereix un punt de partida per afrontar la problemàtica exposada.

El projecte “*Salters Horners Advanced Physics*”

El projecte **SHAP** proposa l'ensenyament de la física del batxillerat des d'una perspectiva ciència-tecnologia-societat (Swinbank, 2003), presentant els continguts contextualitzats. A partir de situacions en les quals la física aporta solucions, l'alumnat veu la necessitat i la utilitat d'introduir nous conceptes i de desenvolupar teories físiques. El projecte també presta molta atenció als camps més actuals de la física. Per últim incorpora l'ús de nous recursos com internet, equips de captació de dades, programes de simulació, fulls de càlcul, etc., no només pel seu valor didàctic sinó també com a procediments a adquirir. Trobem que aquest projecte pot ser un bon punt de partida per a una reorientació curricular de la física en el batxillerat del nostre país. El SHAP s'estructura en 11 unitats que es mostren en el quadre 1.

QUADRE 1
Unitats del projecte SHAP

Primer curs	Segon curs
1 Més alt, més ràpid, més fort	7 Transport ferroviari
2 Satèl·lits a l'espai	8 El medi és el missatge
3 El só de la música	9 Sondejar el cor de la matèria
4 Excavant el passat	10 Construir o destruir?
5 Prou bo per menjar	11 Objectiu les estrelles
6 Cirurgia reparadora	

Tot i la contextualització del projecte, en tot moment es deixa molt clar que l'objectiu últim del curs no és que els estudiants aprenguin sobre esports, satèl·lits, etc. sinó que aprenguin els continguts fonamentals de la física, partint de situacions en què aquestes continguts són necessaris.

Com adaptar el projecte SHAP a la nostra realitat?

Per a iniciar l'adaptació del projecte de Física, ens vàrem posar en contacte amb la directora del projecte, la professora Elisabeth Swinbank, i amb el director del SEG, el professor John Holman. Un cop establert un acord de col·laboració es va formar un grup de professors que va començar l'adaptació dels materials pel primer curs de batxillerat el curs 2003-04. En el curs 2004-05 hem continuat aquesta adaptació i hem experimentat les unitats elaborades en tres instituts, que són els centres de treball de tres dels membres de l'equip d'adaptació.

Tot i coincidir amb els objectius i l'orientació del projecte SHAP, no el podem aplicar directament. Cal fer-ne una adaptació que tingui present:

- El currículum de física al nostre país. Encara que cal una profunda revisió dels continguts de la física del batxillerat, hem de fer l'adaptació amb els continguts actualment vigents.
- El temps disponible: El projecte original correspon a dos cursos de 5 hores setmanals. Aquí només disposem per a cada curs de física de 3 hores setmanals. Molts continguts de gran actualitat del projecte original han de ser obviats en una adaptació realista.
- La contextualització en el nostre entorn.
- Els recursos (equipaments, programari,...) dels nostres centres.

A partir d'ara ens referirem a l'adaptació que estem realitzant del SHAP amb el nom de projecte **Física Salters**. Cada una de les unitats de la Física Salters té un bloc principal, en el qual es troben els textos, les qüestions i els problemes i la presentació de les activitats, i un material addicional, format per fulls d'activitats i fulls d'ampliació.

Materials del primer curs de la Física Salters

El primer curs s'estructura en tres unitats, els apartats de les quals es mostren en el quadre 2.

El fil conductor de la primera unitat, “**Més alt, més ràpid, més fort**” són els esports: En el primer apartat, “Córrer”, es treballa la velocitat i l'acceleració, el moviment uniforme i l'accelerat, i després es relacionen

els moviments estudiats amb les forces, introduint les lleis de Newton. L'apartat "Escalada" s'ocupa d'analitzar les forces, especialment en situacions d'equilibri, incidint en el seu aspecte vectorial. L'apartat "Càlcul del treball" comença amb l'estudi de les sabatilles esportives i analitza l'energia potencial, l'energia cinètica, la conservació de l'energia mecànica, el treball realitzat i el rendiment en els processos de transferència d'energia. També s'estudia la potència i la seva relació amb l'energia. L'apartat "Estirar i encongir" s'ocupa de situacions com el salt de *bungee* per aprofundir en l'energia potencial elàstica i en el treball fet per forces no constants. "Saltar i llançar" tracta el tir parabòlic, a partir de les proves de llançament i els esports de salt. El darrer apartat, "L'última volta", repassa els continguts de tota la unitat.

La unitat 2, "**Satèl·lits a l'espai**", parteix del problema de les necessitats energètiques d'un satèl·lit i de les dificultats relacionades amb el control de la temperatura en el seu interior. El primer apartat es centra en el problema del subministrament d'energia. L'apartat "cèl·lules solars i circuits elèctrics" descriu les cèl·lules solars d'un satèl·lit i introdueix els conceptes d'intensitat, voltatge i força electromotriu, i les diferents possibilitats d'associar les cèl·lules. A continuació defineix la resistència elèctrica i presenta la llei d'Ohm. L'objectiu d'optimitzar la font d'alimentació porta a parlar de la potència elèctrica i el rendiment. L'apartat "Transferència d'energia i control" parteix del problema de l'extensió i orientació dels panells solars i del control de la temperatura i introdueix el concepte de flux d'energia i la variació de la resistència elèctrica amb la temperatura i proposa un model per als diferents materials conductors. L'últim apartat, "Missió acomplida", fa una síntesi de la unitat, emmarcada en els principis de conservació de la massa, de la càrrega elèctrica i de l'energia.

La unitat 3, "**La història del Sol**" planteja el problema de l'edat del Sol per introduir l'estudi de les reaccions nuclears. La radioactivitat i els períodes de semidesintegració s'estudien en l'apartat, "Quina edat té el sistema solar?". La fusió i la fissió nuclear i l'equivalència massa-energia s'aborden en a "D'on treu l'energia el Sol?".

QUADRE 2
Unitats del primer curs de la Física Salters

Unitat 1: Més alt, més ràpid, més fort

Apartat	Context	Conceptes
Córrer	Curses d'atletisme	Velocitat, acceleració, equacions del MRU i del MRUA, lleis de Newton
Escalada	Alpinisme	Forces, equilibri, caràcter vectorial de les forces
Calcular el treball	Sabatilles esportives, esquí, aixecament de pesos	Energia potencial i energia cinètica. Conservació de l'energia mecànica. Treball realitzat i variació d'energia. Rendiment. Potència
Estirar i encongir	Salt de bungee i salt de perxa	Energia potencial elàstica. Treball i forces variables.
Saltar i llançar	Proves olímpiques de salt i de llançament	Tir parabòlic
Última volta	Síntesi	

Satèl·lits a l'espai	Utilitat i problemes dels satèl·lits. Sistemes de potència.	Fonts d'energia primàries i secundàries
Cèl·lules solars i circuits elèctrics	Com ha de ser un pannel solar per a satisfer les necessitats energètiques d'un satèl·lit ?	Intensitat, càrrega, voltatge. Agrupacions en sèrie i en paral·lel. Fem. Circuits elèctrics. Resistència elèctrica i llei d'Ohm. Potència en un circuit. Igualació d'impedàncies. Rendiment.
Control i transferència d'energia	Dimensions i de l'orientació dels panells solars. Control de la temperatura.	Flux d'energia radiant. Resistència i temperatura. Models per als conductors. Transferència d'energia tèrmica.
Missió aconseguida	Síntesi	

Unitat 3. La història del Sol

Apartat	Context	Conceptes
Quina edat té el sistema solar?	Podem saber quan va començar el sistema solar?	Isòtops. Desintegracions radioactives. Equacions nuclears. Període de semidesintegració.
D'on treu l'energia el Sol?	L'origen de l'energia solar	Fusió. Fissió. Equivalència massa-energia.

Actualment ja estan adaptats els materials del primer curs, als que falta afegir el tractament de la força de fregament, ampliar la dinàmica i introduir el moviment circular uniforme.

Materials del segon curs

Durant el curs 2004-05 s'ha fet la planificació de les tres unitats del segon curs, els apartats de les quals es mostren en el quadre 3.

Quadre 3
Unitats del 2n curs de la Física Salters

Unitat 4: "Se sent i es veu"

Aborda tot el relacionat amb les ones i el MHS.

Apartat	Context	Conceptes
Fent música	So i música	MHS. Característiques i tipus d'ones. Principi de superposició.
		Interferències. Sons complexos.
El lector de CD	Funcionament d'un CD. Lectura òptica.	Refracció i reflexió. Lents convergents. Diagrames de raigs. Angle límit. Llum i color. Model fotons. Dualitat ona-fotó.
Una mirada a l'ull	Defectes de l'ull i la seva correcció	Defectes de visió. Lents i miralls.
Raigs X	Radiografies	Espectre e.m. Difracció.
Més ones	Síntesi	Altres fenòmens ondulatoris Contaminació acústica.

Cap a les estrelles	El moviment dels planetes.	Llei de la gravitació universal. Lleis de Kepler. Camp gravitatori. Dinàmica de les òrbites circulars. Energia i camp gravitatori.
L'exploració del cor de la matèria	Explorar l'interior de l'àtom.	Forces elèctriques. Llei de Coulomb. Camp elèctric. Energia potencial elèctrica. Potencial elèctric. Línies de força. Superfícies equipotencials.
En pantalla	Els CCD. Els diferents tipus de pantalles	Condensadors: capacitat elèctrica. Treball sobre una càrrega. Relació entre E i V quan E és constant.
Viatge al·lucinant	Del Big-bang als quarks .	Forces fonamentals. Model estàndard.

Unitat 6: “Trens”

S'estudia el camp magnètic i l'electromagnetisme, els problemes de xocs , i es repassa la mecànica de primer curs.

Apartat	Context	Conceptes
Sobre vies	La seguretat ferroviària.	Repàs de mecànica. Quantitat de moviment i impuls. MCUA. Components intrínseques de l'acceleració.
Motors elèctrics	Els motors dels trens.	Força magnètica sobre un corrent elèctric. Inducció magnètica. Camp magnètic. Motor elèctric.
Frens	Els frens elèctrics i els transformadors.	Inducció electromagnètica. Lleis de Faraday i de Lenz. Corrents induïts. Corrent altern.
Accidents	Prevenició de les col·lisions.	Forces en les col·lisions. Conservació de p . Explosions. Xocs elàstics i inelàstics i conservació de l'energia.

EXPERIMENTACIÓ DEL PROJECTE

Durant el curs 2005-06 es preveu fer una experimentació més àmplia del primer curs, utilitzant els materials ja elaborats i revisats. Alhora l'equip d'adaptació elaborarà els materials de segon curs, per a la seva experimentació a partir del curs 2006-07. Es pretén fer un seguiment d'aquesta experimentació a través de reunions periòdiques amb el professorat experimentador i d'activitats d'avaluació conjuntes per a tots els centres. També es disposarà d'una webCT per establir una comunicació fluida entre el professorat experimentador i l'equip d'adaptació.

CONCLUSIONS

L'adaptació i experimentació d'aquest projecte s'espera que aporti informació sobre els avantatges, les dificultats i el grau de motivació que pot generar un programa de física de batxillerat més proper al món real i contextualitzat a través de l'estudi de temes rellevants per als estudiants, com l'esport, el so i la música, els motors dels trens, etc. Creiem que una aproximació a la física d'aquest tipus farà més evidents les relacions amb altres disciplines, com les ciències de la terra, la medicina, la biologia, etc. També es vol impulsar la utilització en les classes de física d'activitats pràctiques i de comunicació basades en les noves tecnologies. El repte plantejat és com introduir aquestes activitats i aquesta orientació CTS en el currículum de física, sense que això impliqui disminució de coneixement dels continguts conceptuals i de les habilitats de resolució de problemes dels estudiants. Una qüestió que es preveu cabdal per a la futura extensió d'aquest

enfocament de la física és si el nou currículum de física i les noves proves d'accés a la universitat seran més sensibles a una visió més contextualitzada i pràctica de la física. Pel que fa a la formació del professorat, el programa de formació del CDECT contempla la realització de cursos i seminaris per al professorat de física i química que vulgui incorporar aquestes innovacions.

BIBLIOGRAFIA

- CAAMAÑO, A. (2004). Ensenyar ciències des d'una perspectiva CTS: una opció necessària. *Revista del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats en Filosofia i Lletres i en Ciències de Catalunya*, 122, pp. 13-29
- PLANA, O., CAAMAÑO, A., APARICIO, A., ENRECH, M., LOZANO, M.T., MIRÒ, C., PUEYO, L. (2005). Una nova proposta per a la física al batxillerat: l'adaptació del projecte Salters-Horners Advanced Physics. *Actes del VII Simposi sobre l'Ensenyament de les Ciències Naturals*. Tortosa.
- SCIENCE EDUCATION GROUP (2001) *Salters Horners Advanced Physics AS i A2. Students Book i Teacher and Technician Resource Pack*. London: Heinemann
- SWINBACK, E. (2003) *Salters Horners Advanced Physics Project*: Un proyecto contextualizado para la enseñanza de la física. *Alambique*, 36, pp 32-39