

A INADECUACIÓN DO CURRÍCULO DE FÍSICA NO BACHARELATO

ENRIC RIPOLL MIRA, ALBERT GRAS-MARTÍ
E ÀGUEDA GRAS-VELÁZQUEZ.

Abstract

From our teaching experience and knowledge of what really goes on in classrooms, we analyze the proposals of contents, methodologies and objectives that the current legislation gives us for the subject of Physics in secondary schools. We also contribute comparison data concerning the situation in other surrounding countries. We have concluded that there is no harmony between the legislative intentions and educational reality. Many adaptations are necessary in every field such as: education of the teachers, usable didactic proposals, access to technology, and the time and dedication that goes into redefining legal proposals and material.

RESUMO

A partir da experiencia docente e do coñecemento da realidade das aulas, analizamos as propostas de contidos, metodoloxías e obxectivos que a lexislación actual propón para a materia de Física no Bacharelato. Tamén aportamos datos comparativos sobre a situación en países do noso contorno. Concluímos que non hai sintonía entre as declaracións de intencións e a realidade educativa, e que son necesarios moitos esforzos de adecuación en todos os ámbitos: formación do docente, propostas didácticas utilizables, acceso á tecnoloxía na propia aula, aumento do tempo de dedicación á materia e redefinición das propostas legais.

INTRODUCCIÓN

Segundo a UNESCO, a educación no século XXI ten que pór énfase na formación científico-técnica dos cidadáns, e na adquisición de habilidades de manexo e sínteses da información e do traballo en equipo. Ademais, unha das cinco metas da Unión Europea para 2010 é aumentar polo menos un 15% o número de graduados en ciencias e matemáticas (Commission of the European Communities, 2008). A física é unha materia que pode contribuír a todos estes obxectivos, se o seu ensino/aprendizaxe (E/A) é enfocado e se desenvolve de xeito adecuado, pero tamén pode provocar efectos de rexeitamento se as condicións do proceso de ensino/aprendizaxe non son as adecuadas.

Os nosos mellores alumnos obteñen uns resultados mediocres nas olimpíadas de Física, a materia de Física é a “besta negra” do 2º de bacharelato, e os resultados na selectividade deixan moito que desexar. Debemos reflectir se o currículo de secundaria foi e é o adecuado ou, se pola contra, se tería que reformular.

Segundo o Real Decreto 1467/2007 sobre a estrutura do Bacharelato (publicado no BOE do 6 de novembro de 2007), o currículo do bacharelato é o conxunto de obxectivos, contidos, métodos pedagóxicos e criterios de avaliación destes ensinos. Tamén neste BOE indícase a carga horaria que deben ter as distintas materias nas diferentes modalidades de bacharelato.

Poderíamos ir punto por punto para ver onde se atopa o talón de Aquiles do ensino da Física no bacharelato.

SITUACIÓN LEGAL

Comezamos a análise do proceso de E/A de física pola situación descrita nas lexislacións vixentes no que respecta a obxectivos, contidos e metodoloxía.

Os obxectivos

En síntese, os obxectivos que marca a lexislación son:

1. Adquirir e poder utilizar con autonomía coñecementos básicos da física, así como as estratexias empregadas na súa construción.
2. Comprender os principais conceptos e teorías, a súa vinculación a problemas de interese e a súa articulación en corpos coherentes de coñecementos.
3. Familiarizarse co deseño e realización de experimentos físicos, utilizando o instrumental básico de laboratorio, de acordo coas normas de seguridade das instalacións.
4. Expresar mensaxes científicas orais e escritos con propiedade, así como interpretar diagramas, gráficas, táboas, expresións matemáticas e outros modelos de representación.
5. Utilizar de maneira habitual as tecnoloxías da información e a comunicación para realizar simulacións, tratar datos e extraer e utilizar información de diferentes fontes, avaliar o seu contido, fundamentar os traballos e adoptar decisións.
6. Aplicar os coñecementos físicos pertinentes á resolución de problemas da vida cotiá.
7. Comprender as complexas interaccións actuais da Física coa tecnoloxía, a sociedade e o ambiente, valorando a necesidade de traballar para lograr un futuro sustentable e satisfactorio para o conxunto da humanidade.
8. Comprender que o desenvolvemento da Física supón un proceso complexo e dinámico, que realizou grandes achegas á evolución cultural da humanidade.
9. Recoñecer os principais retos actuais aos que se enfronta a investigación neste campo da ciencia.

Realmente loables son os obxectivos que se pretenden na Física do bacharelato, pero a súa exposición denota certo descoñecemento sobre aspectos como: Que preparación matemática previa deberían ter os nosos alumnos para entender a Física que estamos impartindo? Que conceptos e operacións son capaces de aprender os nosos alumnos? Son necesarios todos os contidos a impartir para conseguir estes obxectivos?

Os contidos

No tocante aos contidos a lexislación propón para primeiro e segundo de bacharelato:

1. Contidos comúns:

- Utilización de estratexias básicas da actividade científica tales como a formulación de problemas e a toma de decisións acerca da conveniencia ou non do seu estudo; a formulación de hipótese, a elaboración de estratexias de resolución e de deseños experimentais e análises dos resultados e da súa fiabilidade.
- Procura, selección e comunicación de información e de resultados utilizando a terminoloxía adecuada.

2. Estudo do movemento:

- Importancia do estudo da cinemática na vida cotiá e no xurdimento da ciencia moderna.
- Sistemas de referencia inerciais. Magnitudes necesarias para a descrición do movemento.
- Iniciación ao carácter vectorial das magnitudes que interveñen.
- Estudo dos movementos rectilíneo uniformemente acelerado e circular uniforme.
- As achegas de Galileo ao desenvolvemento da cinemática e da ciencia en xeral. Superposición de movementos: tiro horizontal e tiro oblicuo.
- Importancia da educación viaria. Estudo de situacións cinemáticas de interese, como o espazo de freado, a influencia da velocidade nun choque, etc.

3. Dinámica:

- Da idea de forza da física aristotélico-escolástica ao concepto de forza como interacción.
- Revisión e estudo das leis da dinámica de Newton. Cantidade de movemento e principio de conservación. Importancia da gravitación universal.
- Estudo dalgunhas situacións dinámicas de interese: peso, forzas de fricción, tensións e forzas elásticas.
- Dinámica do movemento circular uniforme.

4. A enerxía e a súa transferencia: traballo e calor:

- Revisión e profundización dos conceptos de enerxía, traballo e calor e as súas relacións.
- Eficacia na realización de traballo: potencia. Formas de enerxía.
- Principio de conservación e transformación da enerxía. Primeiro principio da termodinámica. Degradación da enerxía.

5. Electricidade:

- Revisión da fenomenoloxía da electrización e a natureza eléctrica da materia ordinaria.
- Introducción ao estudo do campo eléctrico; concepto de potencial.
- A corrente eléctrica; lei de Ohm; asociación de resistencias.
- Efectos enerxéticos da corrente eléctrica.
- Xeradores de corrente.
- A enerxía eléctrica nas sociedades actuais: profundización no estudo da súa xeración, consumo e repercusións da súa utilización.

6. Interacción gravitatoria:

- Unha revolución científica que modificou a visión do mundo. Das leis de Kepler á Lei de gravitación universal.
- Enerxía potencial gravitatoria.
- O problema das interaccións a distancia e a súa superación mediante o concepto de campo gravitatorio.
- Magnitudes que o caracterizan: intensidade e potencial gravitatorio.
- Estudo da gravidade terrestre e determinación experimental de g . Movemento dos satélites e foguetes.

7. Vibracións e ondas:

- Movemento oscilatorio: o movemento vibratorio armónico simple. Estudo experimental das oscilacións do péndulo.
- Movemento ondulatorio. Clasificación e magnitudes características das ondas. Ecuación das ondas harmónicas planas. Aspectos enerxéticos.
- Principio de Huygens. Reflexión e refracción. Estudo cualitativo de difracción e interferencias. Ondas estacionarias.
- Ondas sonoras.
- Aplicacións das ondas ao desenvolvemento tecnolóxico e á mellora das condicións de vida. Impacto no medio ambiente.
- Contaminación acústica, as súas fontes e efectos.

8. Óptica:

- Controversia histórica sobre a natureza da luz: modelos corpuscular e ondulatorio.
- Dependencia da velocidade da luz co medio. Algúns fenómenos producidos co cambio de medio: reflexión, refracción, absorción e dispersión.
- Óptica xeométrica: comprensión da visión e formación de imaxes en espellos e lentes delgadas. Pequenas experiencias coas mesmas. Construción dalgún instrumento óptico.
- Estudo cualitativo do espectro visible e dos fenómenos de difracción, interferencias e dispersión. Aplicacións médicas e tecnolóxicas.

9. Interacción electromagnética:

- Campo eléctrico. Magnitudes que o caracterizan: intensidade de campo e potencial eléctrico.
- Relación entre fenómenos eléctricos e magnéticos.
- Campos magnéticos creados por correntes eléctricas.
- Forzas magnéticas: lei de Lorentz e interaccións magnéticas entre correntes rectilíneas.
- Experiencias con bobinas, imáns, motores, etc. Magnetismo natural. Analogías e diferenzas entre campos gravitatorio, eléctrico e magnético.
- Indución electromagnética. Producción de enerxía eléctrica, impactos e sostibilidade
- Enerxía eléctrica de fontes renovables.
- Aproximación histórica á síntese electromagnética de Maxwell.

10. Introducción á Física moderna:

- A crise da Física clásica. Postulados da relatividade especial. Repercusións da teoría da relatividade.
- O efecto fotoeléctrico e os espectros descontinuos: insuficiencia da Física clásica para explicalos. Hipótese de De Broglie. Relacións de indeterminación. Valoración do desenvolvemento científico e tecnolóxico que supuxo a Física moderna.
- Física nuclear. A enerxía de ligazón. Radioactividade: tipos, repercusións e aplicacións.
- Reaccións nucleares de fisión e fusión, aplicacións e riscos.

A metodoloxía

E, finalmente, respecto á metodoloxía propónse o seguinte no decreto polo que se establece a ordenación e o currículo de bacharelato na Comunidade Autónoma de Galicia¹:

- As actividades educativas no bacharelato impulsarán e favorecerán a capacidade do alumnado para aprender de xeito autónomo, para o traballo en equipo e para aplicar métodos de investigación apropiados á súa idade
- A Consellería de Educación e Ordenación Universitaria promoverá as medidas necesarias para que nas distintas materias se desenvolvan actividades que estimulen o interese e hábito de lectura e a capacidade de expresarse correctamente en público, así como o uso das tecnoloxías da información e da comunicación.

Por outra banda, no mesmo decreto introdúcese as orientacións metodolóxicas que entran en contradición clara coa inmensidade de contidos a tratar nun curso e medio (a Física impártese xunto á Química en 1º):

- Tomar a aprendizaxe como referente para a intervención educativa e atender á diversidade presentando problemas e cuestións susceptibles de ser abordadas partindo de distintos niveis. Xerar, tamén, un clima de aula que lle dea ao alumnado a oportunidade de participar e de elaborar as súas propias posturas sobre os dilemas sociais que teñen relación coa ciencia e a tecnoloxía.
- Crear contextos de aprendizaxe e avaliación que impliquen o alumnado e o leven a planificar e avaliar as súas realizacións, identificando os avances con dificultades, de cara a autorregular o seu propio e singular proceso de aprender a aprender.
- Favorecer situacións de aprendizaxe contextualizadas e abertas que permitan achegarse á complexidade das problemáticas actuais. Contextualizadas, na medida en que se traten cuestións de actualidade relacionadas co contorno do alumnado ou presentes nos medios de comunicación. Abertas, porque a posible solución ou solucións non están definidas de antemán.
- Presentar propostas de traballo integradoras que transcendan os ámbitos disciplinares e teñan en conta as distintas dimensións das controversias de actualidade, relacionando os contidos científicos e tecnolóxicos cos problemas sociais, políticos e éticos en que están inmersos.
- Fomentar o tratamento como investigacións de problemas importantes do contexto vivencial do alumnado, facendo explícita a interacción entre a acción, o marco teórico de referencia e a discusión en equipo. Incitar a facerse preguntas e formular hipóteses para orientar o proceso, así como a interpretar os resultados empíricos e extraer conclusións, debater e argumentar, para buscar solucións axeitadas aos problemas propostos.

¹ Decreto 126/2008, do 19 de xuño, DOGA de 23 de xuño de 2008, artigo 10.

- Promover a participación estudantil en contextos de auténtica indagación e a realización de informes que documenten as súas investigacións, e proporcionarlles a orientación precisa para acadar a capacidade de realizar un proxecto de investigación escolar de forma autónoma.
- Seleccionar e organizar os contidos en función da súa utilidade para facilitar a análise de situacións e a busca de solucións dos problemas que son obxecto de estudo. Utilizar as actitudes e procedementos tecnocientíficos como eixe aglutinador e, en todo caso, asegurar un tratamento integrado de coñecementos, procedementos, emocións, actitudes e valores.
- Propiciar unha aprendizaxe significativa que reconstrúa os modelos e esquemas de pensamento do alumnado, coa axuda dos procedementos da ciencia involucrada, e que permita realizar a transferencia de coñecemento para interpretar ou aplicar a outras situacións ou contextos da vida real.
- Promover a lectura e a utilización das TIC para informarse, aprender e comunicarse e mais utilizar, como recurso na aula, materiais procedentes dos diversos medios de comunicación para analizar con sentido crítico, ético e estético a súa influencia na visión do mundo, os nosos gustos, valores e personalidade.
- Crear espazos de interacción continua entre o alumnado e o profesorado e de cooperación entre iguais, como requisito necesario para poñer en marcha a maior parte das estratexias metodolóxicas orientadas á aprendizaxe da participación en procesos de negociación e toma de decisións, á construción do coñecemento e á familiarización e simulación da práctica científica.
- Desempeñar, como docente, a tutoría e a mediación nas aprendizaxes do alumnado creando contornos apropiados e servíndose da avaliación para comprender o proceso educativo e a funcionalidade dos contidos, orientando a súa intervención sen esquecer que a construción do coñecemento é social e que a aprendizaxe é individual.

En resumo, do que se trata é de axudar a que a cidadanía desenvolva aquelas competencias que a encamiñen á adquisición da autonomía e da autoaprendizaxe en diferentes contextos da vida, contribuíndo deste xeito á súa capacidade de tomar decisións libres, responsables e ben fundamentadas sobre cuestións relacionadas co desenvolvemento tecno-científico.

No seguinte apartado analizamos algunhas propostas e afirmacións feitas nos decretos legislativos mencionados.

ANÁLISE CRÍTICA DALGUNAS PROPOSTAS LEXISLATIVAS

Vexamos punto por punto algunhas das afirmacións que conteñen os decretos mencionados sobre o ensino da Física.

«Seleccionar actividades variadas, con diferente grao de complexidade, establecendo unha secuencia axeitada, de tal maneira que se recollan actividades de introdución, de estruturación de conceptos, de síntese e de aplicación.»

Respecto deste punto teremos que indicar que é moi pouca a variedade de materiais didácticos que podemos empregar e que cumpran estas condicións. A Consellería de Educación debería lanzar unha proposta respecto diso, xa que o clásico libro de texto segue imperando no conxunto editorial español e tamén en Galicia. Evidentemente, pretender que o profesor elabore pola súa conta este tipo de actividades sen ningún apoio é unha quimera.

«Partir, sempre que sexa posible, de situacións problemáticas abertas para recoñecer as cuestións que son cientificamente investigables, decidir como precisalas e reflectir sobre o seu posible interese como facilitadoras da aprendizaxe.»

A este respecto, do mesmo xeito que no punto anterior, non temos ningunha obxección, unicamente incidir en que a realización deste tipo de actividades require de tempo, tempo que non hai dispoñible, a tenor do que se ve nos contidos.

«Potenciar a dimensión colectiva da actividade científica organizando equipos de traballo, creando un ambiente semellante ao que podería ser unha investigación cooperativa en que contén as opinións de cada persoa, facendo ver como os resultados individuais ou dun equipo non abundan para verificar ou falsear unha hipótese e evitando toda discriminación por razóns éticas, sociais, sexuais, etc.»

Concordamos, agora este traballo colectivo deberá facerse fora do horario lectivo e exporse na clase se non queremos ficar coa metade do temario por impartir.

«Propiciar a construción de aprendizaxes significativas a través de actividades que permitan analizar e contrastar as propias ideas coas cientificamente aceptadas para conseguir o cambio conceptual, metodolóxico e actitudinal.»

Atención, o decreto decántase claramente por un tipo de aprendizaxe significativa e, polo tanto, rexeita a aprendizaxe mecánica. Aparece agora, sen nomeala, a metodoloxía que se pretende: o/os construtivismo/os². Efectivamente estas metodoloxías son probablemente as que mellor e máis aprendizaxe significativa proporcionarán, pero non debemos de esquecer que nin hai tempo, debido á carga de contidos, nin todos os alumnos responden satisfactoriamente ás metodoloxías construtivistas. Respecto disto último, cabe recordar que aínda que é certo que para certos estudantes as operacións de explicitación e de confrontación das concepcións preliminares contribúen ao desenvolvemento dunha comprensión máis clara do saber científico, para outros ocorre o contrario: a distancia entre as súas concepcións e as propostas polo profesor non sempre é percibida, ou pode ata que non se considere pertinente; ademais nos estudantes obsérvase a tendencia a facer coexistir as dúas concepcións, unha (a delas/deles), útil no cotián e outra (a do profesor) para aprobar os exames (Larochelle e Désautels, 1992).

«Facilitar a interacción entre a estrutura da disciplina e a estrutura cognitiva do alumnado aplicando estratexias propias das ciencias na resolución de situacións-problema relevantes para influír na reestruturación e enriquecemento dos esquemas de coñecemento do alumnado, contribuíndo así a incrementar as súas capacidades.»

Moi ben, pero cal é a estrutura cognitiva de cada un dos nosos alumnos? É evidente que non todos posúen o mesmo desenvolvemento³, logo temos que traballar con estruturas cognitivas

² Pozo (1989) considera a Teoría da Aprendizaxe Significativa como unha teoría cognitiva de reestruturación. Trataríase dunha teoría constructivista, xa que é o propio individuo-organismo quen xera e constrúe a súa aprendizaxe.

³ Investigacións posteriores ao traballo de Inhelder e Piaget (1955) indican que ata na idade adulta hai individuos que non completaron a fase de pensamento formal (Carretero, 1980, 1982; Nagy e Griffiths, 1982; Neimark, 1982)

“medias” para a franxa *etaria* do bacharelato. Claramente moitos dos contidos que tratamos nas nosas clases aínda non poden ser asimilados nin sequera pola media do noso alumnado. Talvez a partir desta reflexión podamos comezar a estruturar un bacharelato de Física con certa racionalidade.

«Propoñer análises cualitativas, que axuden a formular preguntas operativas presentadas como hipóteses, que orienten o tratamento dos problemas coma investigacións e contribúan a facer explícitas as preconcepcións»

Vemos outra vez que aparecen as preconcepcións clásicas de certo construtivismo. Pensamos que estas metodoloxías son ideais, pero non nos parece realista que se reitere tanto este aspecto cando se formula acompañado dunha batería de contidos inabordable.

Por outra banda, para que se produza aprendizaxe significativa teñen que darse dúas condicións fundamentais:

- Actitude potencialmente significativa de aprendizaxe por parte do aprendiz, ou sexa, predisposición para aprender deste xeito.
- Presentación dun material potencialmente significativo. Isto require:
Primeiro, que o material teña significado lóxico, isto é, que sexa potencialmente relacionable coa estrutura cognitiva de quen aprende de xeito non arbitrario e substantiva.
Segundo, que existan ideas-âncora ou *subsumidores* adecuados no suxeito que permitan a interacción co material novo que se presenta.

En canto á actitude, podemos dicir que o profesorado pode intentar motivar aos alumnos (difícil misión se temos en conta a pouca influencia que hoxe en día ten a escola sobre os adolescentes ou a inercia que algúns deles mostran para cambiar a súa forma de aprender)⁴. Pero respecto do material necesario, o profesorado carece completamente do mesmo, a Consellería non elaborou materiais con estas características para o bacharelato e non hai editoriais que poñan en marcha a edición de programas-guía que permitan presentar unha batería de actividades con significado lóxico para os nosos alumnos.

«Fomentar a autonomía, a iniciativa persoal, a creatividade e a competencia de aprender a aprender a través da planificación, realización e avaliación de deseños experimentais por parte do alumnado, incluíndo a incorporación das tecnoloxías da información e da comunicación co obxecto de favorecer unha visión máis actual da actividade tecnolóxica e científica contemporánea»

Por tanto se fai necesario que existan desdobres das clases para que o alumnado asista aos laboratorios e que estes desdobres non dependan da dispoñibilidade horaria do profesorado. Ademais o profesorado debería ter a posibilidade de entrar, polo menos unha vez á semana na aula de informática, para facer realidade a incorporación das TIC no ensino da Física. Se temos en conta que ao longo de todo o decreto se suxire isto mesmo en todas as materias, faltarán aulas nos institutos para que todos os profesores cos seus alumnos teñan a posibilidade de facer uso das TIC na súa formación.

⁴ Citando a Inhelder e Piaget (1985), tres factores principais inflúen no progreso da capacidade de razoamento: a maduración do sistema nervioso, a experiencia adquirida na interacción coa contorna física e **a influencia do medio social**. (A negrita é nosa).

Ademais, deberíamos ter en conta aspectos como a formación e actualización continuada do profesorado nas aplicacións das TIC no proceso d'E/A. Sen este traballo constante non é posible conseguir a plena incorporación destas tecnoloxías á aula.

Doutra banda, no parágrafo comentado continúa a falarse dos aspectos metodolóxicos respecto da comunicación científica, implicacións ciencia-tecnoloxía-sociedade-medio natural e a contribución das mulleres á construción da Física. Aspectos que, obviamente se teñen que tratar desde unha perspectiva intra e interdisciplinar. A este respecto tamén esquece o decreto que se debería incidir sobre a contribución que homes e mulleres de diferentes nacionalidades e razas fixeron á Ciencia. Tal vez deste xeito esteamos loitando contra a xenofobia e o racismo.

Vemos por tanto que, aínda que o decreto se decanta claramente polo uso de pedagogías activas, onde o alumno ten que ser o protagonista da súa propia aprendizaxe, este feito entra en clara colisión cos temarios expostos. Tamén temos que ter en conta os profesores, algúns dos cales realizan un tipo de ensino expositivo, onde o alumno actúa como un receptor na aula. Estará este profesorado disposto a adoptar este tipo de metodoloxías? Con que autoridade moral poderá a Consellería fiscalizar o traballo destes profesores cando lles impuxo uns temarios inabordables?

Cremos que unha vez máis se encontra o carro diante dos bois. Ou acurtamos o temario de Física conformándonos en ser os pechacancelas nesta materia a nivel mundial ou alargamos o bacharelato co fin de poder introducir todos os temas propostos dun xeito racional mediante metodoloxías activas que fomenten a aprendizaxe significativa. Por outra banda, están os centros adaptados física e organizativamente para que todos os alumnos en todas as materias poidan facer uso das TIC? Onde están as aulas de informática nos centros? Que xefes de estudo terán isto en conta á hora de organizar grupos e horarios?

SITUACIÓN EN PAÍSES VECIÑOS

No mundo interconectado no que vivimos, cada vez é máis doado coñecer outras realidades e facermos comparacións. Avaliacións internacionais como PISA e proxectos europeos como os que coordina EUN (European Schoolnet, <http://www.eun.org>) permiten detectar facilmente elementos positivos e fallas que teñen os diferentes sistemas educativos. Uns sistemas educativos que, no que toca ao ámbito europeo, cada vez están máis interrelacionados: citemos, por exemplo, o proceso de converxencia universitaria chamado de Bolonia, ao que seguira, probablemente, un debate sobre os contidos dos niveis inmediatamente preuniversitarios, como o da Física do bacharelato que nos ocupa.

Neste contexto, resulta clarificador comparar a situación do ensino da física nalgúns países europeos vveciños.

A carga lectiva de la materia de Física

Cremos que debe darse moita importancia ao asunto das horas que no bacharelato español se dedican á Física. Temos que formar alumnos que serán arquitectos, profesores, enxeñeiros, investigadores nun país onde a carga lectiva de Física é a máis baixa dos países do noso contorno. Se analizamos os bacharelatos dos países máis próximos ao noso (véxase a táboa seguinte), inmediatamente observamos tres cousas importantes: por unha banda a Física está segregada da Química en todos os países mencionados, monos no caso de Francia e do estado español; por outro, se imparte ao longo de máis cursos, xa que o bacharelato (ou o seu equivalente) dura máis tempo e, para rematar, os contidos matemáticos necesarios para abordar a materia xa se viron con anterioridade.

	Cursos	Horas totais por semana por idade (anos)						Horas totais no bacharelato ⁵	
		14	15	16	17	18	19		
España ⁶ (bacharelato ciencias)	2				2	4		6 x 32	192
Alemaña ⁷ (futuros físicos)	6	2	2	2	2	4	4	16 x 32	512
Alemaña ⁸ (para outras ciencias)	6	2	2	2	2	2	2	16 x 32	384
Reino Unido ⁹ (A-Level)	2			6	6			12 x 32	384
Italia ¹⁰ (Liceo Scienze Umane, Artístico, Classico)	5	0	0	3	3	3		9 x 32	288
Italia (Liceo Scientifico, opción científico-tecnolóxica)	5	2	2	3	3	3		12 x 32	416
Francia ¹¹ (futuros Baccalauréat científico)	3		3	3	3			9 x 32	288
Francia (futuros Baccalauréat científico), especialidade Física	3		3	3	5			9 x 32	384

Vemos que até en Italia os alumnos que recibirán no futuro unha formación artística, humanística... teñen máis horas de Física que os que están orientados en España a carreiras científicas.

Nova situación lexislativa da Física: a puntilla

Por se non era suficiente, o tiro de graza á materia de Física (e tamén á de Química) deuno o novo ordenamento das materias que, segundo a LOE, mantén a Física como unha materia de modalidade, pero prescindible. Prescindible, xa que agora un alumno que pretenda facer unha carreira científica pode escoller como materias de modalidade as Ciencias da Terra ou a Bioloxía e a Electrotecnia, deixando as materias de Física e de Química polo camiño (véxase cadro).

⁵ Para facilitar o cálculo tomouse como base 32 semanas completas de actividade lectiva. En Italia, por exemplo, en realidade son 33 semanas, polo que o número de horas totais pode variar un pouco dun país a outro, pero en esencia a realidade que se pretende mostrar no cadro non cambia.

⁶ En primeiro vai unida á Química, por iso atribuímos a metade das horas de Física e Química á materia de Física.

⁷ Na rexión de Thuringia.

⁸ Na rexión de Thuringia.

⁹ No Reino Unido, ás cinco horas de clase de Física nos dous últimos cursos débeseles engadir 1 ó 2 horas de talleres.

¹⁰ No caso de Italia, os cadros de horas corresponden á última reforma educativa.

¹¹ En Francia nos tres últimos anos a Física dase conxuntamente coa Química cun total de 5 horas semanais (das cales o 60% corresponden a Física), este número de horas vese incrementado no último ano en dous máis para aqueles alumnos que se especializan en Física (en lugar de Bioloxía ou Matemáticas).

Bacharelato LOGSE de Ciencias da Natureza e da Saúde (1990)	Opción Científico-Técnica	PRIMEIRO	Matemáticas I Física e Química Biología e Xeoloxía
		SEGUNDO (escoller 2+1)	Matemáticas II (obligatoria) Física (obligatoria)
	Opción Ciencias da Saúde	PRIMEIRO	Matemáticas I Física e Química Biología e Xeoloxía
		SEGUNDO (escoller 2+1)	Química (obligatoria) Biología (obligatoria)
Bacharelato LOCE 2002	Modalidade de Ciencia e Tecnoloxía	PRIMEIRO (escoller 3)	Biología e Xeoloxía Debuxo Técnico I Física e Química, Matemáticas I Tecnoloxía Industrial I Tecnoloxías da Información e da Comunicación.
		SEGUNDO (escoller 3)	Biología Ciencias da Terra e Ambientais, Debuxo Técnico II Física Matemáticas II Mecánica Química, Electrotecnia Tecnoloxía Industrial II.
Bacharelato LOE 2006	Modalidade de Ciencia e Tecnoloxía	PRIMEIRO (escoller 1+2)	Matemáticas I (obligatoria) Biología e Xeoloxía. Debuxo Técnico I Física e Química. Tecnoloxía Industrial I
		SEGUNDO (escoller 1+2)	Matemáticas II (obligatoria) Debuxo Técnico II Electrotecnia Física Química Tecnoloxía Industrial II Biología Ciencias da Terra e ambientais.

Como se ve no cadro, xa no bacharelato LOCE na súa modalidade de Ciencia e Tecnoloxía a Física queda relegada a ser unha “optativa” na modalidade¹². Ademais, aparecen novas materias de modalidade que diminúen a probabilidade de que a Física sexa escollida. Para rematar a situación, no novo bacharelato LOE na súa modalidade de Ciencia e Tecnoloxía as Matemáticas aparecen como obrigatorias, o cal reduce aínda máis a posibilidade de elección da Física.

Adiviñamos, polo tanto, que o número de alumnos que cursará Física nun futuro será escaso. Xa para este primeiro ano (curso 2009/10) en que se aplica a LOE no segundo curso, se observa que desapareceu a materia de Física de 2º de bacharelato nalgúns institutos de Galicia por falta de demanda.

¹² Algúns autores xa sinalaran os perigos e as consecuencias da optatividad en relación á Física e á Química impartidas en 4º da ESO (Hernández e Solbes 1995, Gil 1989).

CONCLUSIÓNS E PROPOSTAS

O proceso de E/A da Física como se desenvolve na actualidade e, previsiblemente, no futuro inmediato, á vista das propostas lexislativas e da situación real nas aulas, como vimos na análise anterior, é un proceso frustrante que desanima tanto aos docentes como aos alumnos. Pérdese, así, a oportunidade que proporciona a Física de desenvolver coñecementos esenciais para o cidadán moderno, así como actitudes e habilidades cognitivas que, de non telas, aumentarán a fenda social e a que nos separa dos países da nosa contorna xeográfico-cultural.

A tenor do que acabamos de ver, a nosa proposta para aumentar e mellorar a aprendizaxe da Física consistiría en:

1. Usar, cando sexa posible, unha metodoloxía activa.
2. Ampliar nun curso o actual bacharelato. Os dous primeiros cursos serían de natureza máis experimental e conceptual deixando para o último curso o aspecto máis formal e matemático¹³ das diferentes partes da materia, xa que, ao noso entender, o máis importante para o alumno é aprender a razoar en Física.
3. Segregar a Física doutras materias como Química ou Bioloxía mesmo no segundo ciclo da secundaria obrigatoria.

E, postos a soñar, unha proposta máis valente aínda sería favorecer que cada nación do estado español, e cada comunidade autónoma que quixese, organizase o seu proceso de E/A (en todos os sentidos: en obxectivos, contidos e metodoloxía/as) como mellor considere, o que favorecería o desenvolvemento científico-social propio. Esta fórmula, radicalmente contraria á tendencia centrípeta que atenaza aos nosos políticos e aos do estado, é a que rexe sociedades moito máis desenvolvidas no ámbito democrático e científico-técnico, como a alemá, a inglesa ou a norteamericana, por poñer só algúns exemplos.

Únicamente desde a racionalidade, da modestia e do coñecemento da realidade a pé da aula, e co impulso de innovacións sensatas e avaliadas (repetimos, nos tres aspectos do proceso de E/A, en obxectivos, contidos e metodoloxías) poderemos enfrontar o futuro da nosa sociedade con optimismo e con ferramentas de formación que nos aseguren un espírito crítico e a capacidade de resolver os problemas sociais e medioambientais que, de seguro, nos traerá o mañá.

Agradecementos

Temos que agradecer a colaboración dos diferentes profesores europeos que nos axudaron a clarificar o número de horas que nos diferentes sistemas educativos se imparten na materia de Física nos respectivos países. O noso agradecemento a Karl Sarnow i Ringo Plöger (Alemania), Daniel Hannard (Reino Unido), Palmira Ronchi (Italia) i Michele Allier (Francia).

¹³ Deste xeito o aspecto psicocognitivo do alumno medio estaría máis acorde cos aspectos de Física tratados e, tamén, os contidos matemáticos necesarios se terían visto con anterioridade.

REFERENCIAS

- Ballester, A. El Aprendizaje Significativo en la Práctica. Ballester, A. Disponible en: http://www.aprendizajesignificativo.es/mats/El_aprendizaje_significativo_en_la_practica.pdf (Consulta, 18 de Agosto de 2009).
- Bertrand, Y. Teorías Contemporáneas da Educação. Bertrand, Y. Instituto Piaget, Lisboa. ISBN 972-771-398-X.
- BOCG (2003). Boletín Oficial de las Cortes Generales: Informe de la Ponencia sobre la situación de las enseñanzas científicas en la educación secundaria, constituida en el seno de la Comisión de Educación, Cultura y Deporte, aprobado el 13 de mayo de 2003. Disponible en: <http://www.senado.es/legis8/public/bocg.html>. (Consulta, 16 de Agosto de 2009).
- BOE (2007) Boletín Oficial del Estado. Disponible en Internet: <http://www.boe.es/boe/dias/2007/11/06/pdfs/A45381-45477.pdf> (Consulta, 16 de Agosto de 2009).
- Bueno, A. Perfil de la «Reforma LOGSE» y perfil de uso: los fundamentos de los proyectos curriculares de física y química en centros de secundaria. Bueno, A. Revista de Enseñanza de las Ciencias. ISSN 0212-4521. Noviembre de 2006.
- Carretero, M., 1980, Desarrollo intelectual durante la adolescencia. Competencia, actuación y diferencias individuales. Revista Infancia y aprendizaje, 12, 81-98 y sus referencias. ISSN: 0210-3702
- Commission of the European Communities. (2008). Commission Staff Working Document – Progress towards the Lisbon objectives in education and training - indicators and benchmarks - 2007 (Publication based on document SEC (2008) 2293) (Online) Disponible en http://ec.europa.eu/education/policies/2010/doc/progress08/report_en.pdf (Consulta, 7 de Noviembre 2009).
- Daniel Climent i Giner Per a ensenyar les ciències que ensenyem, potser siga preferible que les lleven del currículum Daniel Climent i Giner. Actes de les VI Jornades de la Curie. Disponible en <http://curie.lacurie.org/curiedigital/2002/2002.htm>. (Consulta, 18 de Agosto de 2009).
- DOG (2008). Diario Oficial de Galicia de 23 de junio de 2008. Disponible en <http://www.xunta.es/diario-oficial?lang=es>. (Consulta, 16 de Agosto de 2009).
- Gil, D., La globalización de las ciencias ¿necesidad o peligro? Cuadernos de pedagogía, ISSN 0210-0630, N° 172, 1989 , pags. 42-44
- Solbes, J. e Hernández, J., “El papel de las ciencias en la enseñanza secundaria: Un análisis de los 4 años de experimentación”, *Enseñanza de las Ciencias*, 1995, n° 13 (2), págs. 257-260.
- Inhelder, B. & Piaget, J. (1955). De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent. Paris: Presses Universitaires de France.
- Larochelle, M e Désautels, J. 1992. Autour de l'idée de science. Québec: PUQ e Bruxelles: De Noeck-Wesmael.
- López Rupérez, F., Palacios Gómez, C., Brincones Calvo, I., Garrote Flores, R. y Sánchez González, J. Pensamiento Formal y Rendimiento en Física. Análisis de la validez del test de Longeot por referencia a tests de rendimiento. Revista de Enseñanza de las Ciencias, 1986. Vol.4. pág.36-44. ISSN 0212-4521
- Nagy, P. e Griffiths, A. Limitations of Recent Research Relating Piaget's Theory to Adolescent Thought, 1982

- Pozo, J.I. (1989) Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. y Carretero, M. Del pensamiento Formal a las Concepciones Espontáneas. http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=662329&orden=0. (Consulta, 18 de Agosto de 2009).
- Pozo, J. I. y Gómez, M. A. Aprender y Enseñar Ciencia. Del Conocimiento Cotidiano al Conocimiento Científico. Pozo, J. I. y Gómez, M. A. Disponible en: http://www.bioingenieria.edu.ar/grupos/puertociencia/documentos/fisicaem/TA_Pozo-y-otros_Unidad_3.pdf. (Consulta, 21 de Agosto de 2009).
- Rodríguez Palmero, Mª Luz. La Teoría del Aprendizaje Significativo. Mª Luz Rodríguez Palmero. Centro de Educación a Distancia (C.E.A.D), disponible en <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf>. (Consulta, 21 de Agosto de 2009).
- Viennot, L., Razonar en Física. Viennot, L. Ed. Antonio Machado Libros SA. ISBN 84-7774-139-5.

Enric Ripoll Mira, Catedrático de Física e Química no IES A Cañiza (Pontevedra), membro activo da asociación para o ensino das ciencias AEFiQ-Curie, e colaborador do Ministerio de Educación. Investiga no campo da Didáctica das Ciencias, en particular no ensino da Física a nivel de secundaria e a aplicación das TIC ao ensino.

Albert Gras Martí, Catedrático de Universidad na Área de Física Aplicada na Universidade de Alacant. É un recoñecido experto en Didáctica das Ciencias, interesado de forma especial na incorporación de recursos TIC, no ensino presencial e non presencial. Membro do IEC (Institut de Estudis Catalans), y do SCCT (Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica) e Presidente da AEFiQ-Curie.

Àgueda Gras-Velázquez é Doutora en Astrofísica polo Trinity College de Dublin. Actualmente traballa en Bruxelas, como “manager” de proxectos europeos sobre educación de ciencias, matemáticas e tecnoloxías para European Schoolnet, un consorcio de 31 de Ministerios de Educación de Europa.