

## experiencias

# Estudo dun CD-ROM

## Unha experiencia interdisciplinar

**Enric Ripoll Mira**  
Departamento de Física e Química  
IES A Cañiza

[zorro\\_0072002@yahoo.es](mailto:zorro_0072002@yahoo.es)

Esta experiencia interdisciplinar levouse a cabo en segundo curso de bacharelato. A través dunha metodoloxía activa e construtivista, propuxemos o estudo do CD ROM desde diversos ángulos da ciencia: a física, a química e as matemáticas. En primeiro lugar, suxerimos prácticas de interferencia e de difracción para pasar logo ao cálculo matemático e á integración de todo o aprendido coa informática, as TICS e os seus soportes físicos. Neste proceso, é o propio alumnado o que debe facer as actividades, mentres que o profesor actúa como mero orientador e guía.



*Un disco compacto de uso habitual foi un magnífico impulsor de aprendizaxe*

A intención deste traballo é axudar os alumnos a comprender que as diferentes partes do saber son necesarias para descifrar o mundo que os rodea. Partimos da certeza de que o profesor debe crear situacións variadas dabondo para conducir o alumno a desenvolvementos novos dos seus saberes (Lebrún M., 2002). Por outra banda, as diferentes ramas da ciencia e as súas especializacións non se deben entender como estancas, senón como espazos compartidos. Entre as matemáticas e a física hai importantes puntos en común, e o mesmo podemos dicir da bioloxía e da química, ou de calquera outra combinación. Por iso, urxe elaborar actividades que axuden a contemplar a ciencia dende unha perspectiva ampla. Entendendo, iso si, como interdiscipliniedade a confluencia entre dúas ou máis disciplinas que dea como resultado unha interconexión e un enriquecemento recíproco (Juntsch, 1980).

Propómoslles esta experiencia pedagóxica aos oito alumnos de segundo de bacharelato LOXSE, divididos en dous grupos, e baseámola nunha serie de actividades que usan o CD-ROM como fio condutor. Isto permitíranos introducilos en campos tan diversos como a óptica, a informática, as TICS, as matemáticas e mesmo a química dos materiais.

### outros artigos

#### O despertar dunha afección dun alumno con síndrome de Down

María Nuria Pahino Domínguez Profesora especialista en Pedagogía Terapéutica CEIP de Cangas

#### A titoría como apoio á aprendizaxe

Rubén Anido Regueiro Profesor de Lingua e Literatura IES Manuel García Barros, A...

#### Estudo dun CD-ROM

Unha experiencia interdisciplinar Enric Ripoll Mira Departamento de Física e Química...

### relacionados

#### Experiencia Down

artigo de Opinión, en Eduga 52

artigo de Opinión, en Eduga 52

artigo de Experiencia, en Eduga 52

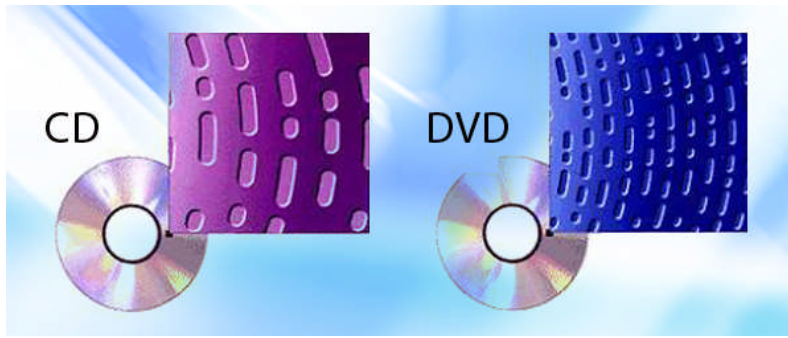
artigo de Investigación, en Eduga 51

#### Experiencia Titoría

artigo de Experiencia, en Eduga 51



colabora con  
**experiencias**  
[revista.galega.ensino@edu.xunta.es](mailto:revista.galega.ensino@edu.xunta.es)



Fotografía 1. CD+DVD

## As posibilidades do CD-ROM

Un CD-ROM (do inglés Compact Disc–Read Only Memory, “Disco Compacto de Memoria de Só Lectura”) é un disco compacto óptico utilizado para gardar información permanente. Trátase dun corpo circular de plástico (en xeral, policarbonato), plano e con información dixital codificada nunha espiral desde o centro ata o bordo exterior.

Actualmente está sendo substituído nos computadores persoais polas unidades de DVD e Blu-Ray. Isto débese, principalmente, ás maiores posibilidades de almacenamento, xa que un DVD ou un Blu-Ray poden acumular máis información que un CD.

## A súa capacidade

Un CD-ROM estándar pode ter 650 ou 700 MB de datos. Para facérmolos unha idea da súa capacidade de depósito, diremos que unha novela media contén 60.000 palabras. Se se asume que un vocábulo medio ten 10 letras -de feito é considerablemente menor e cada letra ocupa un *byte* (un código ASCII), unha novela enchería 600.000 *bytes* (600 kB). Un CD pode, polo tanto, gardar máis de 1000 novelas. Se cada novela cobre, polo menos, un centímetro nun estante, un CD pode conter relatos, que en formato libro levarían consigo unha ocupación superior a 10 metros no andel. Con todo, os textos poden ser comprimidos dez veces máis, usando algoritmos compresores; co cal, a cifra excedería os 100 metros de balda. Na práctica, unha obra como o *Quixote* sen figuras e en formato PDF ocuparía 1.77 MB. En consecuencia, nun CD-ROM poderíamos albergar 330 veces a devandita novela.

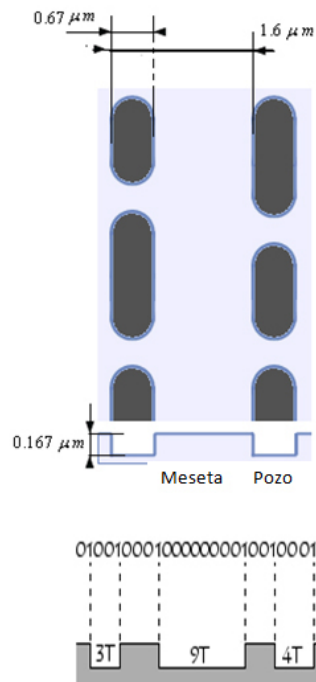


Figura 1: Dimensións dos pozos e a súa separación en pistas - Fonte: <http://en.kioskea.net/pc/disque.php3>

Figura 2: Relación entre pozos e mesetas e os bites - Fonte: <http://en.kioskea.net/pc/disque.php3>

## Os lectores

Os CD-ROM leos un dispositivo electrónico que permite descodificar os datos almacenados en forma dixital binaria, mediante o emprego dun raio láser; e a posterior transformación da luz en impulsos eléctricos, que a computadora interpreta. O láser usado para ler o CD ten unha lonxitude de onda de

780 nm cando viaxa polo aire. Como o índice de refracción do policarbonato é de 1.55, a lonxitude de onda nel será de 503 nm.

Os datos binarios gárdanse en forma de pozos e mesetas (figura 1), de tal maneira que ao incidir o feixe de luz do láser, o ángulo de reflexión é distinto en función de cal se trate. Os ditos pozos teñen unha anchura aproximada de 0,67 micras, mentres que a súa profundidade (respecto das mesetas) se reduce a 0,17. A lonxitude de pozos e mesetas está entre as 0,834 e as 3,054 micras, e entre unha revolución da espiral e as adxacentes hai unha distancia aproximada de 1,6 micras.

É crenza moi común que un pozo corresponde a un valor binario e unha meseta ao outro valor; no entanto, isto non é así, senón que os valores binarios son detectados polas transicións de pozo a meseta, e viceversa: unha transición determina un 1 binario, mentres que a lonxitude dun pozo ou unha meseta indica o número consecutivo de 0 binarios (véxase a figura 2).

## Como se desenvolve a experiencia

Na nosa práctica imos calcular a distancia entre dúas pistas consecutivas do CD, mediante a difracción e a interferencia, dun raio de luz láser que se reflicte e difracta no CD e interfere nunha pantalla situada a 1 m.

O raio vaise reflectir en diferentes pistas do CD, de modo que aparecerán sucesivas franxas de interferencia construtiva e destrutiva na pantalla. Usando a coñecida expresión que relaciona a distancia entre os focos emisores de luz, a lonxitude de onda e a distancia á pantalla, poderemos coñecer a separación que existe entre dúas pistas consecutivas:

$$a = n \frac{\lambda}{\sin \theta}$$

Onde  $a$  é a distancia entre as fendas,  $n$  é un número enteiro,  $\lambda$  é a lonxitude de onda da luz e  $\theta$  o ángulo entre a liña que une os focos e a pantalla e aquela que xunta os focos coas distintas franxas de interferencia construtiva.

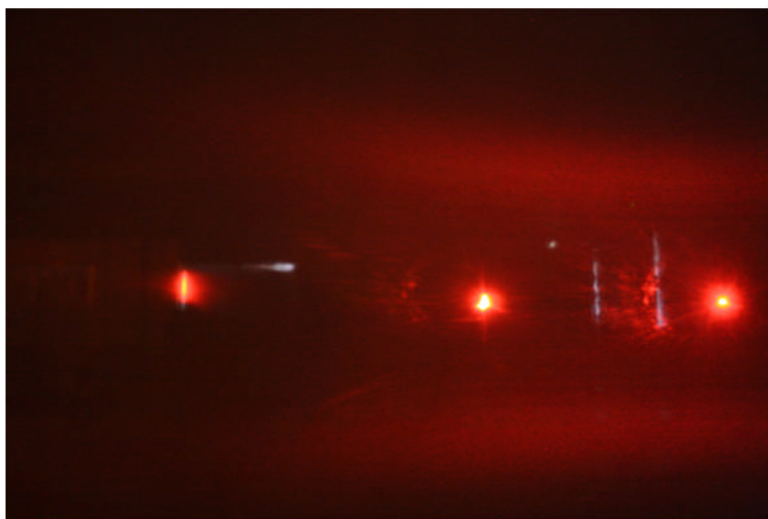
Os alumnos utilizaron Internet para procurar as características dos polímeros máis habituais e decantarse por algúns que se puidesen usar na construción dun CD-ROM. Antes de elixir, observaron en que casos a capa de metal reacciona co ácido clorhídrico, concluíndo que a capa metálica empregada podía ser perfectamente de aluminio (metal redutor).

En primeiro lugar, era necesario coñecer a lonxitude de onda do láser que ían empregar, por iso tiveron que recorrer á óptica vista na clase os días que precederon a experiencia. Os estudantes manifestaron axiña que o mellor era levar a cabo unha actividade de interferencia co láser e, a partir da localización das franxas de interferencia construtiva e destrutiva, inferir o seu valor por medio da ecuación anterior. Finalmente, o profesor rematou a argumentación dada por eles, indicando que cunha rede de difracción (cuxos parámetros son coñecidos) se podía facer unha experiencia de difracción e interferencia e deducir a lonxitude de onda usada, que no noso caso resultou de 780 nm (nanómetros).

A partir de aí deseñaron unha montaxe experimental, integrada por un punteiro láser, un CD-ROM e o encerado, que actuaba de pantalla e onde apareceron as zonas de interferencia (fotografías 1 e 2). Isto permitiu medir a distancia entre dúas pistas consecutivas do CD-ROM, utilizando a expresión:

$$a = n \frac{\lambda}{\sin \theta}$$

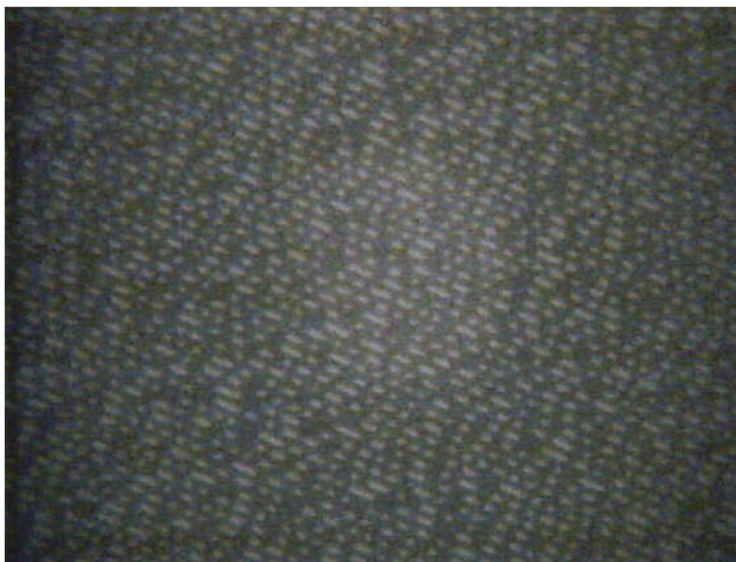
A distancia  $a$  entre elas foi de  $1.52 \cdot 10^{-6}$  m.



Fotografía 2. Franxas de interferencia construtiva - Fonte: alumnos de 2.º bach.

Nunha segunda fase tratábase de determinar canta información podía coller nun CD-ROM. Por iso o profesor propúxolles aos alumnos que calculasen a lonxitude da espiral que contén os datos no disco, supoñendo que evoluciona linealmente desde o raio menor ao maior<sup>2</sup>. Eles non tiveron dificultade para comprender que a primeira volta da espiral sería unha circunferencia de raio aproximado de 2,5 cm, e que a última sería, pouco máis ou menos, de 5,8 cm. Como as circunferencias están tamén separadas seguirían unha relación lineal. Por tanto, podemos tomar unha circunferencia media e multiplicar polo número de voltas. Tras uns sinxelos cálculos os rapaces obtiveron unha lonxitude para a espiral de 5368 m.

Unha vez coñecida a lonxitude da espiral e, tendo en conta que un *byte* de datos se pode considerar formado por 17 bits<sup>3</sup> (excedendo así os 8, debido a que no caso dos datos se inclúen ao final do *byte* códigos de corrección, códigos de continuidade, etc.) calcularon os *bytes* que caben no CD (o resultado foi de 1138 MB, o que é un valor moi próximo aos 650-700 MB que realmente ten).

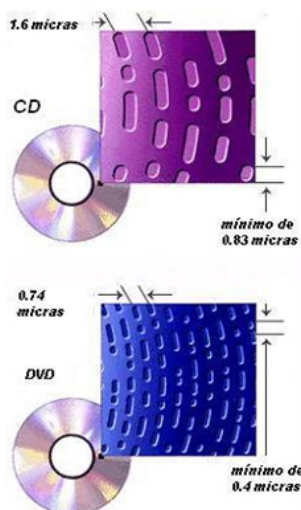


Fotografía 3. CD visto ao microscopio óptico. 1000 aumentos - Fonte: Enric Ripoll

Tamén se lles presentou aos alumnos a posibilidade de observar os pozos e as mesetas do CD cun microscopio óptico, e despois da axuda do profesor, chegaron á unha conclusión afirmativa. Tras varios días de preparación e de tentativas frustradas, logrouse obter a imaxe mostrada na fotografía 3.

Seguidamente, planeouse facer os mesmos cálculos para o DVD-ROM<sup>4</sup>, comparando as distintas características na táboa 1 e figura 3. Esta actividade presentou algunhas dificultades, posto que os rapaces tiñan que calcular a densidade superficial de información no CD e no DVD.

	CD-ROM	DVD
Distancia entre pistas	1.60 $\mu\text{m}$	0.74 $\mu\text{m}$
Lonxitude mínima do pozo-meseta	0.834 $\mu\text{m}$	0.400 $\mu\text{m}$
Lonxitude física dun bit	0.278 $\mu\text{m}$	0.133 $\mu\text{m}$
Largura do pozo	0.600 $\mu\text{m}$	0.320 $\mu\text{m}$
Profundidade do pozo	0.120 $\mu\text{m}$	0.110 ( $\mu\text{m}$ )
Capacidade	700 MB	?



Táboa 1: Diferentes características do CD-ROM e do DVD - Fonte: [http://stream.uen.org/medsol/dvd/pages/dvd\\_format\\_DVDvsCD.html](http://stream.uen.org/medsol/dvd/pages/dvd_format_DVDvsCD.html)

Figura 3: Comparación entre un CD-ROM e un DVD - Fonte: <http://stream.uen.org/medsol/dvd/>

Para afianzar os coñecementos de óptica física, pedímoslles aos alumnos que calculasen unha posible lonxitude de onda para ler o DVD a partir da táboa 1, o que fixeron sen ningún problema e, ademais,

souberon predicir que os dispositivos de almacenaxe funcionarán con lonxitudes de onda menores.

Por último, empregaron os saberes adquiridos sobre o movemento ondulatorio, para determinar a lonxitude de onda do láser usado na lectura do CD no policarbonato, a partir do seu índice de refracción; e con este valor conseguiron definir o sistema óptico usado na súa lectura.

## Resultados e valoración

Dos resultados obtidos logo de avaliar a actividade, pódese afirmar que o uso da interdisciplinariedade tivo un alto nivel de motivación no grupo. Os alumnos mostraron un grande interese polas materias implicadas. Tamén hai que sinalar que as primeiras actividades non presentaron ningún problema e a maioría dos estudantes respondía aquilo que se agardaba, pero conforme avanzaba o programa, precisaban máis axuda.

Por outra banda, observamos mudanzas no aproveitamento docente, pois comparando os resultados obtidos nos temas da luz, óptica e movemento ondulatorio de segundo de bacharelato, cos acadados outros anos, comprobábase que os conceptos se interiorizaran mellor (aprendizaxe significativa). Alén diso, a proposta serviu de estímulo para a aprendizaxe das matemáticas (no cálculo integral) e da bioloxía (microscopía) e o uso das TIC.

Respecto á valoración efectuada polos alumnos, a totalidade mostrouse aberta a seguir realizando actividades de carácter interdisciplinar e admitiu que coa experiencia se tiñan esfarelado as fronteiras mentais entre as distintas ramas das ciencias e das tecnoloxías.

## Bibliografía

- LEBRÚN, M. (2002) *Teorías e Métodos Pedagóxicos para Ensinar e Aprender*. Lisboa, Instituto Piaget.
- JUNTSCH, E. (1980) "Hacia la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en la enseñanza y la innovación" *Revista de la educación superior* (34) abril-xuño 1980. 1.ª reimpresión do libro en castelán, Madrid, 1979, pp.110-141. Dispoñible en: [http://www.anuies.mx/servicios/p\\_anuies/publicaciones/revsup/res034/txt7.htm](http://www.anuies.mx/servicios/p_anuies/publicaciones/revsup/res034/txt7.htm)

## Para saber máis

Na páxina web do autor do artigo (<http://www.montenegroripoll.com/>) podemos ver as actividades propostas para esta experiencia e as súas solucións.

## Como fixemos as actividades 5 e 8?

5. Unha vez ideada a montaxe, realiza o experimento e calcula a distancia entre as pistas usando a expresión:

$$a = n \frac{\lambda}{\sin \theta}$$



O patrón de interferencia que obtiveron os alumnos é o fotografado arriba (fotografía 1), os diferentes senos dos correspondentes ángulos móstranse na táboa 2:

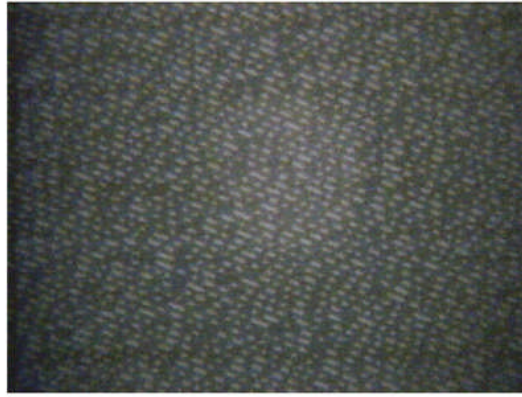
Interferencia	Seno do ángulo	Distancia entre pistas: $a$ (m)
1a Orde	0.4472	$1.47 \cdot 10^{-6}$ m
2a Orde	0.8376	$1.57 \cdot 10^{-6}$ m

Táboa 2. Resultados das medicións de experiencia - Fonte: alumnos de 2.º bach.

Tomando a media aritmética como valor máis probable, obtivemos:  $a = (1,52 \pm 0,05) \mu\text{m}$   
O cal está bastante de acordo coa distancia amosada na táboa 1.

8. Se quixeses ver os pozos e as mesetas, poderías utilizar un microscopio óptico? En caso afirmativo, cantos aumentos usarías?

Tendo en conta as dimensións dos pozos vese que si, poderíamos observar os "bytes físicos" nun microscopio óptico. No noso caso miramos con 1000 aumentos e o resultado foi o que se mostra na fotografía 3:



**Fotografía 2. Preparación do CD para ser observado ao microscopio - Fonte: Enric Ripoll**

**Fotografía 3. Vista do CD-ROM nun microscopio. 1000 aumentos (inmersión en aceite) - Fonte: Enric Ripoll**

1. O láser usado para ler o CD ten unha lonxitude de onda de 780 nm cando viaxa polo aire. Como o policarbonato presenta un índice de refracción de 1.55, a lonxitude de onda no policarbonato será de 503 nm.

2. Outra forma de abordar o problema é usar a expresión exacta da lonxitude dunha espiral como a do CD-ROM. A lonxitude dunha espiral que evoluciona desde certo raio a outro é: Onde  $r$  é o raio final,  $d$  é  $2\pi/h$  (sendo  $h$  a distancia entre pistas) e  $r_0$  o raio inicial. O resultado desta operación é o mesmo que o obtido pola aproximación feita polos alumnos.

$$s = \frac{d r \sqrt{d^2 r^2 + 1} + \operatorname{arcsenh}(d r)}{2d} - \frac{d r_0 \sqrt{d^2 r_0^2 + 1} + \operatorname{arcsenh}(d r_0)}{2d}$$

3. A lonxitude física dun bit é de 0.278 mm. No EFM standard (Eight-to-Fourteen Modulation), empregado para almacenar a información no CD, un byte (8 bites) está representado por 14 bites (ten que haber dous bites de 0 entre dous 1 consecutivos e non máis de 10 bites de cero consecutivos, para que non se dean erros na lectura), seguidos por 3 bites de continuidade. En total, 17 bites.

4. DVD (tamén coñecido como "Digital Versatile Disc" ou "Disco Versátil Dixital").

 [imprimir páxina](#)

## O MÁIS VISTO

[Accesibilidade do sitio web](#)

[Plan de Acción 2010-2011 do Ministerio para mellorar a calidade do sistema](#)

[Eurydice, a rede europea de información sobre educación](#)

[Declaración mundial "Aprender a través do xogo". OMEP 2010](#)

[Entrepontes, unha revista escolar para desenvolver competencias](#)

[Reiniciáanse as clases universitarias no rural para os maiores de 55 anos](#)

## COLABORA COA REVISTA

[Cartas á directora](#)

[Experiencias](#)

[Investigación](#)

[Foro](#)

## OUTRAS SECCIÓNS

[Axenda](#)

[Actualidade: Eurydice](#)

[Tribuna](#)

[Mediateca](#)

[Que é](#)

[Lexislación](#)

[Hemeroteca](#)

[Editorial](#)

[Blogs](#)

[Créditos da revista](#)