

UNA EXPERIÈNCIA DIDÀCTICA AL VOLTANT DEL 50È ANIVERSARI DE L'ESTRUCTURA DE L'ADN

Xavier Calvó (1), Francesc Catena (1) i Núria Pérez (2)

1) Col·legi Sagrada Família-Horta (Barcelona)

2) Observatori de la Comunicació Científica i Mèdica (OCC). Universitat Pompeu Fabra (Barcelona)

Paraules clau: *estructura de l'ADN, comunicació, història.*

An educational experience around the 50th anniversary of the structure of DNA

Summary: Making use the 50th anniversary of the Watson & Crick's papers in Nature about the structure of DNA, we suggest an educational experience which aims are, in the one hand, to show one of the channels used to diffuse scientific knowledge and, in the other hand, to show the historic context in which the structure was discovered and some of their consequences for biology. In a scientific congress format, we presented the essential papers in which the structure became to be known. This educational activity took up one hour of the chemistry course. Pupils valued highly this experience.

Key words: *the structure of DNA, communication, history.*

Introducció

Moltes experiències pedagògiques demostren que, en la major part dels casos, l'ensenyament de la ciència no dona bons resultats, els alumnes no aprenen, o aprenen parcialment, els coneixements científics que l'escola tracta de transmetre. Una primera conseqüència d'aquest fet és que la població no s'apropia dels coneixements científics que podrien ser útils per millorar la seva qualitat de vida, ni és capaç d'entendre exactament quins són els problemes que planteja la gestió, la producció, el control i la utilització d'aquests coneixements (Gagliardi, 1988). Per altra banda, nombroses investigacions han fet veure que l'ensenyament de les ciències gairebé no proporciona cap ocasió als estudiants de familiaritzar-se amb les estratègies característiques del treball científic. D'aquest fet es desprèn que les concepcions que acaben tenint els estudiants, i fins i tot alguns professors, al voltant de la naturalesa de la ciència, siguin ingènues i clarament descontextualitzades en molt sentits. Finalment, ens trobem, doncs, davant d'una societat amb una sèrie de visions sovint deformades, incapaç de tenir una opinió contrastada del que l'activitat científica significa.

Quina seria la naturalesa d'aquestes visions? Fernández *et al.* (2002) les han identificat com:

1. Una concepció empiricoinductivista i atèdrica de la ciència, que ressalta el paper de l'observació i l'experimentació neutres, sense «contaminacions apriorístiques», que oblida el paper de les hipòtesis i de les teories disponibles.
2. Una visió de l'activitat científica que presenta el mètode científic com un conjunt d'etapes que s'han de seguir rígidament.
3. Una visió aproblemàtica i ahistòrica, que transmet coneixements ja elaborats, sense mostrar els camins que els hi han portat.
4. Una visió exclusivament analítica, que porta a la fragmentació inicial dels estudis i que oblida els processos d'unificació com a característica fonamental de l'evolució del coneixement científic.
5. Una visió acumulativa, de creixement lineal del coneixement científic.
6. Una visió individualista i elitista de la ciència.
7. Una visió descontextualitzada i socialment neutra, que exalta de manera simplista la ciència com a factor de progrés absolut.

Si per un moment reflexionem no sols sobre la didàctica de la ciència sinó sobre la seva divulgació, ens trobem amb una situació que està molt relacionada amb el que acabem d'esmentar. Es tendeix a considerar que la ciència és independent dels contextos, atemporal i ubíqua, que existeix al marge de persones, comunitats i cultures. Així mateix, la tasca de recerca consisteix només a descobrir i a posar nom a allò que, de fet, ja és, ha estat i serà (Cassany, 2001).

Malgrat les opinions enfrontades sobre l'ús de la història de la ciència per a resoldre aquests problemes, la història permet humanitzar les ciències en tant que proporciona un context, una socialització de l'activitat científica, i a la vegada, facilita l'aflorentament de la diversitat de la metodologia científica mostrant les diferents aproximacions metodològiques possibles de cada disciplina. Tanmateix, la història propicia situacions de debat en tant que permet posar de manifest l'existència de controvèrsies, permet ésser conscient de l'impacte cultural de les pràctiques científicotecnològiques i deixa testimoni de les estratègies emprades pels científics a l'hora d'argumentar sobre la importància de la seva activitat (Grapí, 2000).

Estaríem d'acord amb Izquierdo (2000) en ser capaços «d'explicar històries», fets contextualitzats amb un enfocament interdisciplinari que, des d'un punt de vista didàctic, poguessin introduir.

Dins les limitacions de temps que d'entrada ens hem imposat, no pretenem resoldre tots els problemes enumerats, sinó, aprofitant la data del 25 d'abril de 2003, 50è aniversari del primer dels articles de Watson i Crick, poder mostrar als nostres alumnes alguns aspectes a tenir en compte al voltant de la producció i de la comunicació del coneixement científic.

Els estudiants de biologia de segon de batxillerat han estudiat els experiments cabdals propis del que podríem definir avui com *genètica molecular* o *biologia molecular*. Sovint, aquests experiments es troben desordenats dins del propi programa de la matèria. Desordre que porta a construir una falsa seqüència lògica encara que, aparentment, permeti un relat més coherent. Visió aproblemàtica i acumulativa esmentada anteriorment en els punts 3, 4, 5 i 6. Del fet de falsejar l'ordre dels esdeveniments en deriva, entre d'altres problemes, una descontextualització històrica d'aquests fets.

Com sorgeix la idea d'aquesta «celebració» i el format de congrés que li vàrem donar? Hi hagué dues raons. En primer lloc, la necessitat de contextualitzar alguns dels fets científics que formen part del programa d'estudis de secundària i batxillerat. L'aniversari de la publicació dels articles de Watson i Crick va ser excusa suficient per a plantejar aquesta experiència. En segon lloc, el comentari fortuït per part dels nostres alumnes de «per què no organitzem una festa?». Unint la seriositat de la primera raó i l'aire festiu de la segona ens vàrem plantejar donar a aquest acte una estructura de petit congrés, reduït a una hora, que es va organitzar com si fos un congrés de debò: es va fer lliurament del programa, amb l'ordre del dia, la documentació i el repartiment del temps per a les ponències i preguntes. La idea era mostrar a escala reduïda una via d'intercanvi i de comunicació del coneixement entre la comunitat científica.

Material i mètodes

A l'inici de la sessió es va fer lliurament als alumnes d'un dossier que contenia els materials següents:

1. Programa de l'acte:

<i>ADN: 50è aniversari de l'estructura de la doble hèlix 25 d'abril de 1953 – 25 d'abril de 2003</i>
<p>Programa:</p> <p>8.00: Recollida de documentació.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Els articles originals de Nature. • Versions en castellà dels articles de Nature publicats al Mundo Científico, març de 2003. • Ressenya de la conferència de Soraya de Chadarevian. <p>8.05:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Xavier Calvó, «Situació del treball de Watson i Crick en un context històric. Breu comentari dels articles de Nature». <p>8.20:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Francesc Catena, «Conseqüències posteriors del treball de Watson i Crick. Aspectes evolutius». <p>8.35:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Torn de preguntes. <p>8.45:</p> <ul style="list-style-type: none"> • «Coffee – end».

2. Els dos articles publicats a *Nature* el 1953, una versió facsímil en PDF dels originals obtinguda de la web de la pròpia revista.
3. Les versions en castellà dels mateixos articles publicades a la revista *Mundo Científico*.
4. Com a lectura complementària, s'adjuntà un article publicat per un dels autors al servidor de notícies *Biomedica* de l'Observatori de Comunicació Científica de la Universitat Pompeu Fabra (UPF), dedicat a la conferència que oferí Soraya de Chadarevian, investigadora de la Universitat de Cambridge del Regne Unit, a l'Ajuntament de Barcelona dins del cicle de conferències «Genètica i ciutat», organitzat per la Regidoria de Ciutat del Coneixement.

El desenvolupament de la sessió es va dur a terme en dues parts. A la primera part, es va fer esment dels articles publicats per Watson i Crick. Es va ressaltar el fet que els autors, ja des de l'inici del seu treball, de manera explícita, «suggerien» un model «teòric» per a l'estructura de l'ADN (Watson i Crick, 1953a). Tanmateix, s'esmentà que al mateix número de *Nature*, i immediatament després de l'article de Watson i Crick, hi havia dos articles més, de Maurice Wilkins i Rosalind Franklin, respectivament, que eren precisament els que proporcionaven l'evidència necessària per donar sentit al model de Watson i Crick. Seguidament, es va fer menció del segon article, sovint oblidat (Watson i Crick, 1953b) publicat el maig següent i de caire especulatiu, sobre les possibles conseqüències que el model podia tenir en el camp de la genètica.

Freqüentment, es té la impressió que aquests dos treballs, i especialment el primer, responen a totes les preguntes de la biologia molecular. Res més lluny d'això. Per aquest motiu es va fer especial esment de treballs cabdals com, per exemple, els d'Avery, McLeod i McCarty sobre la transformació bacteriana o els de Hershey i Chase sobre el fag T2, entre d'altres.

Un altre punt que ens va interessar deixar clar va ser que el model de l'ADN, com qualsevol altra qüestió en ciència, no és obra d'individus aïllats, no és un producte individualista ni elitista o quelcom exclusiu dels grups que treballaven al Regne Unit, sinó que es trobava immers en un «magma» de grups de recerca que perseguïen el mateix objectiu, com era el cas, entre d'altres, del grup de Linus Pauling al California Institute of Technology (Caltech) (Olby, 1994; Judson, 1996). Bé, en cap moment pretenguérem ser exhaustius en els nostres plantejaments.

A la segona part, s'atengué als aspectes evolutius derivats dels treballs de Watson i Crick. Vàrem creure convenient ressaltar, per exemple, que Darwin ja havia intuït la importància de la variabilitat en la descendència com a motor de l'evolució, però que el model de Watson i Crick permeté, més endavant, comprendre la naturalesa molecular de la mutació (terme que havia estat introduït per Hugo de Vries), la qual era coneguda des de feia temps però s'ignorava el seu funcionament intern.

Tot el que esdevingué a partir d'aquí (la llei de Hardy-Weinberg, confirmada per Fisher, Haldane i Wright, la teoria sintètica de Dobzhansky, Mayr i Simpson, Kimura, etc.) es contemplà ja des del coneixement acceptat de l'estructura de l'ADN, base material sobre la que tota teorització havia de fonamentar-se, des de la naturalesa de la informació genètica fins a la recombinació com a causa fonamental de la variabilitat.

Amb aquests arguments reforçarem en els nostres alumnes la comprensió de la importància del model proposat, i acceptat per la comunitat científica, de l'estructura de

l'ADN. A més, vàrem poder emfatitzar el significat i la utilitat dels models en el mètode de treball de la ciència.

Valoració i resultats de l'experiència

S'intentà obtenir l'opinió dels alumnes en relació amb l'activitat descrita. Es proposà a cada alumne respondre un petit qüestionari amb quatre preguntes. En primer lloc se li demanava que indiqués el seu grau de satisfacció utilitzant una escala de l'u al deu (de menys a més); després, la utilitat de l'experiència, suggeriments i comentaris. La finalització propera del curs i la lògica preocupació per la preparació de la selectivitat, impediren d'obtenir totes les respostes, per la qual cosa no pensem que l'anàlisi d'aquestes respostes permeti fer cap valoració significativa. De vint alumnes, en respongueren vuit, i val a dir que el grau de satisfacció expressat per aquests va ser de set i vuit.

Conclusions

La història de les ciències permet interpretar, identificar, conèixer, quins han estat els fets crucials responsables de les principals teories acceptades, quins han estat els obstacles que dificultaren la seva aparició i el seu desenvolupament o què les va afavorir. També permet identificar quins han estat els conceptes que han permès la transformació d'una ciència, l'elaboració d'una nova teoria o la utilització de nous mètodes i de nous instruments conceptuals.

La realitat a analitzar canvia en funció dels canvis conceptuals (Gagliardi, 1988). La història de la ciència és un excel·lent mitjà per afavorir la discussió, el debat i la reflexió entorn del coneixement establert i per superar la idea generalitzada que sovint transmet l'escola segons la qual el coneixement científic és una veritat a la que s'arriba per acumulació d'experiències de caire positivista.

En la mesura que sigui possible, s'hauria de tenir en compte en tota nova proposta didàctica l'opinió contrastada dels receptors.

Bibliografia

- CALVÓ I MONREAL, X. (2003). «Soraya de Chadarevian: la construcción de un icono del siglo XX». *Biomedica* [en línia]. <<http://www.biomed.net/biomedica/d02020403.htm>> [Consulta: 11 abril 2003]
- CASSANY, D. (2001). «Fer entendre la ciència als qui ho necessiten». *Treballs de la Societat Catalana de Biologia*, 51, 189-193.
- FENÁNDEZ, I.; GIL, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. (2002). «Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza». *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 477-488.
- FRANKLIN, R. E.; GOSLING, R. G. (1953). «Molecular Configuration in Sodium Thymonucleate». *Nature*, 171, 740-741.

- GAGLIARDI, R. (1988). «Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias». *Enseñanza de las ciencias*, 6 (3), 291-296.
- GRAPÍ, P. (2000). «El potencial educatiu de la història de la ciència: el cas de la revolució química». *Actes de les V Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*. Barcelona: Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, 111-114.
- IZQUIERDO, M. (2000). «Relacions entre la història i la didàctica de les ciència». *Actes de les V Trobades d'Història de la Ciència i de la Tècnica*. Barcelona: Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica, 115-124.
- JUDSON, H. F. (1996). *The Eighth Day Of Creation: The Makers of the Revolution in Biology*. 2a ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- OLBY, R. (1994). *The path to the Double Helix. The Discovery of DNA*. 2a ed. Nova York: Dover Publications.
- WATSON, J. D.; CRICK, F. H. C. (1953a). «Molecular Structure of Nucleic Acids. A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid». *Nature*, 171, 737-738.
- (1953b). «Genetical Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid». *Nature*, 171, 964-967.
- WILKINS, M. H. F.; STOKES, A. R.; WILSON, H. R. (1953). «Molecular Structure of Deoxyribose Nucleic Acids». *Nature*, 171, 738-740.