

# Quan la ciència pot ser divertida: la física dels superherois

- 1 de maig del 2009 a les 18.30 h
- Sala de la Closeta, en el marc de l'exposició de la 13a edició de La Massana Còmic



## Jordi Ojeda i Rodríguez

Doctor enginyer industrial i màster en producció automatitzada i robòtica, i professor associat de la Universitat Politècnica de Catalunya

### ▲ Currículum

És doctor enginyer industrial i màster en producció automatitzada i robòtica per la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Ha treballat en la realització i direcció de diferents projectes per a empreses en àmbits com la supervisió i el control d'instal·lacions, l'automatització de processos, la inspecció automatitzada de peces utilitzant la visió per ordinador i la gestió de la producció.

En l'àmbit acadèmic, actualment és professor del departament d'Organització d'Empreses de la UPC, en l'especialitat d'organització industrial, la logística i els mètodes quantitius de gestió, i imparteix classes a l'Escola tècnica superior d'enginyeria industrial de Barcelona (Etseib) i la facultat de Nàutica de Barcelona (FNB).

En l'àmbit de la recerca, és membre del grup de recerca en enginyeria d'organització i logística de la UPC, on realitza la seva activitat de recerca en l'àmbit del disseny col·laboratiu de sistemes innovadors de gestió del coneixement i l'aprenentatge basats en les TIC i internet. És soci fundador i director de l'empresa Rational Time S.L., *spin-off* creada per transferir els resultats de la recerca desenvolupada a la UPC. L'empresa està especialitzada en l'organització i gestió del temps de treball, aplicant models matemàtics per a l'optimització dels horaris dels treballadors i oferint un sistema d'informació per facilitar-ne la gestió. És coautor del llibre *Organització del temps de treball: competitivitat i qualitat de vida*, editat el 2009 per l'ajuntament de Barcelona.

En l'àmbit de la divulgació de la ciència, dirigeix el projecte *Còmic, ciència i tecnologia*, organitzat conjuntament per la Societat Catalana de Tecnologia i la Càtedra Unesco de tècnica i cultura de la UPC, on ha realitzat nombroses exposicions i conferències, a més de

llibres i articles de divulgació de la ciència i la tecnologia emprant les vinyetes com a recurs pedagògic.

Ha rebut el Premi popular a la divulgació de la historieta en el 28è Saló internacional del còmic de Barcelona, el maig de 2010, en reconeixement, entre d'altres, a la seva col·laboració en l'organització de La Massana Còmic, on ha impartit diverses conferències de tipus científic convidat per la Societat Andorrana de Ciències.

Dades de contacte:

A/e: [jordi.ojeda@upc.edu](mailto:jordi.ojeda@upc.edu)

Bloc: <http://comiccienciatecnologia.blogspot.com>

## Pròleg

La conferència *La física dels superherois* es va oferir per primer cop al Saló internacional del còmic de Barcelona el 18 d'abril del 2008, per encàrrec de Carles Santamaría, director del Saló, amb motiu de la publicació de la versió castellana del llibre *La física de los superhéroes* (editorial Robinbook), escrit pel professor James Kakalios, de la Universitat de Minesota. El llibre recull el material de l'assignatura d'Introducció a la física del primer curs a la universitat d'una carrera tècnica en la qual el professor Kakalios va utilitzar els còmics de superherois com a element engrescador i pedagògic per explicar la física en les seves classes. A partir d'aquesta experiència el llibre es va escriure amb voluntat d'adreçar-se de manera amena a un públic generalista, per trencar el mite que no pots entendre i gaudir de la física si no tens nocions matemàtiques.

Amb aquesta premissa, es pot comprovar que els guionistes i dibuixants de còmics de superherois aconsegueixen que la seva ciència resulti correcta més cops del que es podria esperar. També hi ha llicències creatives producte de la imaginació, cosa que fa que alguns dels poders siguin inversemblants, però l'anàlisi per arribar a aquesta conclusió també pot ser un bon aprenentatge.

A la conferència realitzada a La Massana Còmic hi havia present a la sala reconeguts autors que van participar de forma activa en la sessió, entre els quals destaquem (per ordre alfabètic del nom), Andreu Faro, Antoni Bernal, Francisco Ibáñez, Javier Trujillo, Paco Nájera, Rafael Cortiella, Raule i Roger Ibáñez. I experts del món de la historieta com Joan Pieras, Joaquín Noguero, Manel Martínez o Josefina Blaya. L'acte va ser presidit per la presidenta de la Societat Andorrana de Ciències, l'Àngels Mach.

Es van presentar les lleis de Newton de la mecànica, les tres lleis de la termodinàmica i els principis de la mecànica quàntica, entre d'altres, tot plegat per poder respondre a preguntes com què succeeix quan en Flash frena de cop, o quina era la gravetat al planeta originari de Superman.

Per la dificultat de transcriure literalment la conferència, s'ha optat en aquest capítol per fer una introducció als diferents temes tractats i s'anima el lector que vulgui aprofundir en el tema a llegir l'obra del professor Kakalios.

## La formació del jovent com a arma en la guerra freda

El 4 d'octubre de 1957 la Unió Soviètica va llençar a l'espai l'*Sputnik*, el primer satèl·lit artificial de la història. O més ben dit, va ser el primer intent no fallit i el primer d'una sèrie de quatre que en pocs mesos es van llençar des del cosmòdrom de Kazakhstan, tres finalitzats amb èxit. Els Estats Units ja ho havien intentat fins i tot abans, però no va ser fins al 31 de gener de 1958 que van aconseguir l'èxit amb l'*Explorer*, després de nombrosos ajornaments.

Aquests fets formen part de la nostra història moderna, i es poden considerar l'inici de la cursa espacial entre les dues superpotències, com un aspecte més de la guerra freda, amb un moment culminant el 16 de juliol de 1969: el llançament cap a la Lluna de l'*Apol·lo 11*. De ben segur que els nord-americans van haver de fer un gran esforç tecnològic durant la

dècada per recuperar l'avantatge soviètic. Una d'aquestes accions considerades d'inversió per al futur s'ha conegut fa pocs anys, de mans del doctor en ciències físiques James Kakalios, professor de la Universitat de Minnesota. En el seu llibre publicat el 2005, *The physics of superheroes*, destaca la considerable preocupació per la qualitat científica que estaven rebent els escolars americans a final dels cinquanta, de tal manera que les publicacions dirigides a aquest públic, en concret els còmics de superherois, comencen a inserir en la seves històries fragments d'altres disciplines cultes, fins i tot incorporant petites llegendes que tractaven d'un fet històric o científic que no tenia res a veure directament amb l'argument de la història. Sense poder demostrar si l'origen de la decisió ve directament del govern dels Estats Units, el que és ben cert és que els escriptors i editors comencen a introduir fets i principis de ciència i tecnologia en les seves publicacions.

Llavors, la pregunta que ens hem de fer és: van augmentar realment les vocacions científiques i tecnològiques del jovent lector gràcies precisament a la lectura dels còmics de superherois? La resposta no es té amb dades mesurables, i de ben segur que no es pot parlar d'un únic detonant; el que sí que és cert és que ja tenen cinquanta anys d'expertesa i continuen en aquesta direcció. Malament no els deu haver anat.

De totes maneres, podem afirmar que hi ha un cas reconegut, el del mateix professor Kakalios, que proclama rotundament en el seu llibre: "Tot el que sé de ciència ho vaig aprendre llegint còmics de superherois." Bé, en realitat aquest va ser el nom del seminari optatiu que va organitzar ara fa deu anys a la seva universitat. L'èxit va ser de tal magnitud que va saltar a les pàgines de la revista *People* i va començar un ventall de conferències i articles fins a la publicació del llibre que esmentàvem unes línies abans. Actualment és assessor de diferents companyies editorials i cinematogràfiques, com a supervisor dels principis físics que apareixen en paper o en les pel·lícules de superherois, en molts casos capdavanteres en recaptació a tot el món, i, per tant, amb una notable influència sobre la difusió popular de la ciència i la tecnologia.

Malgrat algunes notables excepcions (és a dir, quan no es compleixen els principis de la física), l'autor afirma que el més habitual és trobar-se, no només un respecte per les lleis de la natura, sinó que en ocasions el mateix principi físic pot esdevenir protagonista de l'aventura, bé pels poders dels personatges, bé per la tecnologia emprada per capturar o rescatar algú, per exemple.

El mateix Kakalios reconeix la seva perplexitat per l'acollida dels estudiants envers uns exemples basats en vinyetes amb personatges de fantasia i amb poders inversemblants. Els mateixos que amb contundència criticaven en la resta de classes que els enunciats eren llunyans de la realitat del mercat i de la societat. Però, què hi ha de real a calcular la gravetat del planeta Krypton sabent els salts que podia fer Superman?, o a calcular la força que actua sobre l'espallta d'Spiderman quan es balanceja per la ciutat amb les seves teranyines?

### **Seduint amb vinyetes**

Investigacions recents en l'àmbit de la neurociència poden donar resposta a algunes d'aquestes preguntes. Només connectant amb el cervell emocional podem garantir l'eficàcia

de les interaccions comunicatives de caràcter persuasiu i seductor. La publicitat i els mitjans audiovisuals en tenen força experiència molt abans d'aprofundir en el comportament del cervell humà, i probablement el desenvolupament de les tecnologies de la informació està canviant molt els processos de comunicació en general, i de l'aprenentatge en particular.

“En l'era de les comunicacions, les batalles es guanyen des del receptor”, afirma Umberto Eco. L'estudiant o receptor s'implicarà més en els continguts com més recullin les seves preocupacions i desitjos, i, per què no, si interactuen amb les seves emocions i motivacions. L'itinerari cultural és sens dubte un conjunt d'experiències concretes i particulars, i l'aportació de les historietes pot suposar un actiu massa valuós per menysprear-lo.

Els còmics tenen la capacitat inqüestionable de transmetre coneixements i sensacions. La seva lectura facilita l'aprenentatge i estimula la imaginació, i és un excel·lent recurs per al desenvolupament del pensament creatiu, la sensibilitat artística i el sentit crític del lector. L'ús pedagògic de la historieta com a suport i motivació facilita l'aproximació a una idea o concepte que es pretengui divulgar, a partir de dibuixos, personatges i escenaris proposats pels diferents autors. Està demostrat que la lectura de còmics fomenta el desenvolupament de les capacitats cognitiva i creativa, i augmenta l'habilitat de sintetitzar i d'abstreure, d'associar idees i conceptes.

### **Què és la física?**

La física (del grec φύσις (*physis*), 'realitat' o 'natura') és la ciència que estudia el comportament de la natura amb l'ajuda del llenguatge matemàtic, per realitzar un model virtual que es comporta de forma similar a la realitat (és a dir, el model matemàtic respon davant d'un estímul de la mateixa manera que succeiria en la realitat). La física estudia les propietats de la matèria, l'energia, el temps, l'espai i les seves interaccions. No és només una ciència teòrica, és també una ciència experimental, que permet conèixer de forma exacta i raonada alguna cosa o matèria, basant-se en el seu estudi mitjançant el mètode científic, observant les respostes d'unes preguntes ben formulades: la clau és saber realitzar les preguntes adequades.

El professor Kakalios se centra en el seu llibre en els còmics de superherois des de final dels cinquanta fins a principi dels setanta (en la conferència es va ampliar l'espectre i es van presentar imatges amb exemples fins avui en dia), i divideix el seu llibre en tres seccions:

1. Mecànica clàssica: forces i moviment, les lleis de Newton, arrossegament, moments, acceleració centrípeta, etc.
2. Energia, calor i llum: les lleis de la termodinàmica, l'electromagnetisme, la llei d'Amperè, la llei de Faraday, etc.
3. La física moderna: física atòmica, mecànica quàntica, fenòmens d'efecte túnel, física de l'estat sòlid, etc.

Molts superherois i malvats són científics (Spiderman, Mr. Fantastic, Dr. Octopus, etc.) o tecnòlegs (Batman, entre d'altres), i gran part dels arguments tenen una gran relació amb

algun fenomen físic (i com a mostra, un botó: en Bruce Banner i els rajos gamma, responsables de la seva transformació en Hulk).

### **Científics bons... i dolents**

Un dels personatges més populars, Spiderman, creat el 1962, és un jove estudiant de química, cosa que l'ajuda a salvar nombroses situacions compromeses trobant solucions enginyoses per vèncer els seus contrincants, per altra banda també en moltes ocasions provinents del món de la ciència o amb molta relació amb ella. Fixin-se en els seus primers enemics: un científic, un cirurgià i un electricista que no li posaren les coses fàcils. Otto Octavius és un investigador benintencionat a qui una explosió al seu laboratori transforma en Doctor Octopus, un personatge malèvol dotat de quatre braços mecànics (que necessitava per manipular productes radioactius). El Dr. Connors, professor a la universitat on estudia Peter Parker, es converteix en llangardaix quan, mirant de recuperar el braç que va perdre a la guerra, es prepara un sèrum capaç de regenerar membres perduts com si fos una sargantana. I a Max Dillon li canvia l'estructura bioquímica quan, tot reparant uns cables, un raig el toca i el transfigura en bateria humana, Electro.

El primer superheroï de la història dels còmics també és un bon exemple. El Superman original de 1938 no volava, sinó que saltava. A partir de les dades dels comentaris i vinyetes es pot arribar a calcular la gravetat del planeta Krypton, quinze cops superiors a la de la Terra, la qual cosa explicaria la seva superforça, encara que no com es podia viure en aquell planeta (però això... és un altre problema).

La primera llei de la termodinàmica s'aprecia en moltes de les gestes dels X-Men, per a bé i per a malament. Iceman, un dels integrants, transforma en gel tot el que toca. Però on va a parar l'energia que converteix l'aire en gel? L'home de gel en realitat és un acumulador d'energia, en realitat no hauria de ser de gel, sinó de foc. Qui sí que compleix estrictament la segona llei de la termodinàmica és Storm, un altre personatge del còmic creat per Stan Lee i Jack Kirby el 1963, que té el poder de controlar els fenòmens meteorològics. El seu poder real és la capacitat de controlar els gradients de la temperatura, cosa que li permet generar vent, pluja, neu o boira, per exemple.

Magneto, el gran adversari dels X-Men per excel·lència, provoca fenòmens electromagnètics, en sintonia amb les lleis de la física electromagnètica. També la tercera llei de Newton és gairebé omnipresent en les historietes: quan dos superheroïes xoquen, tots dos surten llençats enrere, a excepció de Ciclop, que roman immòbil cada vegada que el seu ull expulsa un raig (hauria de retrocedir, per la força del mateix raig).

### **Flash, el més versemblant**

Flash va ser el primer superheroï amb un únic poder, córrer a supervelocitat, i probablement és un dels personatges al qual més esforç dediquen els seus autors perquè respecti les lleis de la física, fins al punt d'utilitzar la física quàntica cada vegada que creua murs sense enderrocar-los gràcies a l'efecte túnel, o d'emportar-se els dolents només passant corrent al seu costat i absorbir-los per l'efecte Bernouilli. En canvi, les aptituds del científic

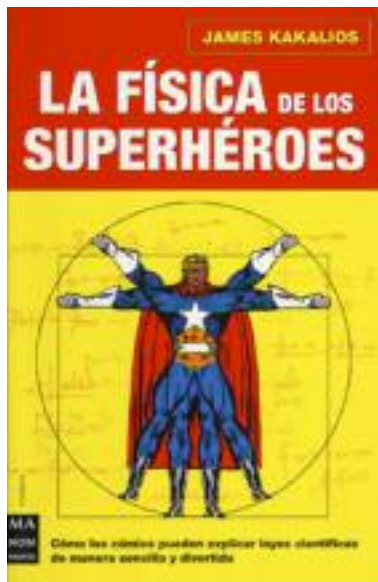
The Atom per empèitir fins a adquirir la mida d'un àtom resulten una mica increïbles; per exemple, ens podríem preguntar com pot respirar oxigen per poder viure, sense anar més lluny.

També la teoria de les cordes, d'extraordinària actualitat en la recerca científica (i, per què no dir-ho, en la fantasia dels guionistes de la ciència-ficció més moderna), és una altra de les disciplines de la física teòrica molt recurrent en el món del còmic, ja que imaginar universos paral·lels sempre ha estat una constant en les històries de superherois. El mateix Flash n'és un bon exemple, en resoldre de forma molt intel·ligent la relació de les diferents versions del personatge.

En definitiva, els fenòmens de la física i la tecnologia que apareixen en les vinyetes es perceben, es coneixen i s'acaben aprenent de manera involuntària, seguint un cicle que barreja entreteniment i formació. Sembla que per a la part de la producció editorial de superherois és innegable que l'art pot contribuir a l'aprenentatge col·lectiu de la societat en general. Ara només cal demostrar que pot fer augmentar les vocacions científiques i tecnològiques del jovent... Potser serà el seu cas?

*En el llibre de James Kakalios, professor de la Universitat de Minnesota publicat el 2005, 'The physics of superheroes', destaca la considerable preocupació per la qualitat científica que estaven rebent els escolars americans a final dels cinquanta, de tal manera que les publicacions dirigides a aquest públic, en concret els còmics de superherois, comencen a inserir en les seves històries fragments d'altres disciplines cultes, fins i tot incorporant petites llegendes que tractaven d'un fet històric o científic que no tenia res a veure directament amb l'argument de la història. Sense poder demostrar si l'origen de la decisió ve directament del govern dels Estats Units, el que és ben cert és que els escriptors i editors comencen a introduir fets i principis de ciència i tecnologia en les seves publicacions.*

*El professor Kakalios va utilitzar imatges de superherois per explicar principis de la física en el seu curs: "Tot el que sé de ciència ho vaig aprendre llegint còmics."*



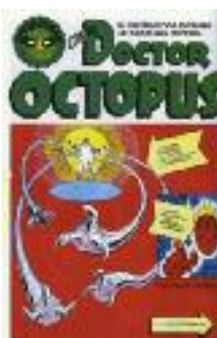


El Superman original no volava, sinó que saltava. Sabent l'alçada de l'edifici que era capaç de saltar, o el pes del cotxe que era capaç d'aixecar, és possible calcular la gravetat del planeta Krypton.



En Flash és un dels personatges on millor es poden apreciar els principis de la física. En aquesta imatge el seu contrincant llença una capa de gel sobre el terra que fa disminuir el fregament amb el terra i per tant no pot aplicar el seu poder de supervelocitat.

El doctor Octopus té quatre braços metàl·lics artificials. El moment de torsió l'obliga que sempre un dels braços estigui suportant el pes de tota de l'estructura.



L'acceleració centripeta que provoca Spiderman quan es balanceja d'un lloc a un altre del carrer és una demostració de la seva superforça, ja que podem calcular quina força s'aplica al seu braç, molt per sobre del que pot suportar un braç humà.



En Thor no vola; amb la seva força fa girar el martell i l'acceleració centripeta és el que li dona l'empenta un cop el deixa anar.



El Dr. Banner es converteix en Hulk quan accidentalment queda exposat en una explosió de rajos gamma. Quines són les seves característiques? De quin color són els rajos gamma, verds o grisos? En realitat són invisibles.



L'efecte túnel és un fenomen de la mecànica quàntica en què una partícula viola els principis de la mecànica clàssica penetrant una barreira impossible de traspasar. Com es pot travessar una paret?