



© Fotos entrevista: Tine Poschmann

GERALD HOLTON

per Carme Pastor Gradolí

EN LA SEGÜENT ENTREVISTA GERALD HOLTON ENS EXPLICA ELS TRETS QUE SINGULARITZEN LA MANERA DE PENSAR DELS GENIS. DES DE GALILEU FINS A EINSTEIN, PASSANT PER POINCARÉ, HEISENBERG, OPPENHEIMER, MADAME CURIE, ETC., ELS “VISIONARIS”, COM HOLTON ELS ANOMENA, FAN GALA D’UN ESPERIT AUDAÇ I UNA DETERMINACIÓ QUE SOLS L’ÈXIT ULTERIOR DE LES SEUES TEORIES FA QUE NO TITLLEM DE TOSSUDERIA.

POTSER EINSTEIN ÉS EL CIENTÍFIC QUE GERALD HOLTON MÉS ADMIRA. HOLTON S’HA CONVERTIT EN UN DELS MILLORS CONEIXEDORS DE LA VIDA I L’OBRA D’ALBERT EINSTEIN I NO ÉS ESTRANY QUE, FRUIT D’AQUESTA CONEIXENÇA, HAJA SORGIT UN SENTIMENT DE DEVOCIÓ, QUE M’ATREVIRIA A DIR L’ALIMENTA EL FET QUE TOTS DOS TENEN MÉS D’UNA COSA EN COMÚ: L’ALEMANY COM A LLENGUA MATERNA, L’EMIGRACIÓ ALS ESTATS UNITS FUGINT DE L’HORROR NAZI I L’AMOR PER LA FÍSICA SENSE TENIR PROU AMB LA FÍSICA.

«EINSTEIN TREBALLAVA DE MANERA COMPLETAMENT DIFERENT A COM UN LLIBRE DE TEXT DIU QUE TREBALLA UN CIENTÍFIC»



El proper llibre de Gerald Holton, *Victory and Vexation*, està a punt de sortir al mercat. És sobre Albert Einstein, com bona part dels articles, llibres i conferències de Holton. El 1955 la trajectòria d'aquest professor de física de Harvard interessat en la matèria en condicions d'alta pressió va fer una cabriola: arran de la mort d'Einstein, Philip Frank, el seu biògraf i successor a la universitat de Praga, va demanar a Holton que preparara un discurs sobre el significat de l'obra d'Einstein per a una cerimònia de commemoració. L'encàrrec de Frank es va traduir en una sèrie de seixanta visites a l'arxiu personal d'Einstein a Princeton, on Holton va tenir el privilegi de ser la primera persona fora del cercle familiar d'Einstein que va assabentar-se de com pensava aquest mentre treballava.

Que el va interessar més d'aquelles visites a l'arxiu d'Einstein?

Que Einstein treballava de manera completament diferent a com un llibre de text diu que treballa un científic. Açò va iniciar en mi la idea que hi ha altres coses que les habituals: ser expert en matemàtiques, la inducció, la deducció, les bones capacitats experimentals, la racionalitat, l'escepticisme, totes les coses que un bon científic necessita. Però, a més, hi ha altres coses, que solament l'esfera privada revela, i que jo vaig detectar en la correspondència i les històries que altra gent contava sobre Einstein. Per exemple, la imaginació visual. No apareix en l'índex dels llibres de text, però és fonamental! Einstein era un gran visualitzador. Una de les seues incursions en la relativitat general va ser visualitzant el que passaria si una persona caiguera de la teulada de sa casa i alhora deixara anar un clauer que porta en la mà. Einstein veia com tots dos queien paral·lelament, que és el principi d'equivalència de la relativitat general. Després, l'ús de les metàfores. Per exemple, Enrico Fermi va emprar la mateixa idea per descriure la manera com una partícula abandona el nucli i la manera com un fotó se separa d'un àtom. Per a ell eren maneres anàlogues. Fermi pensava que la natura tenia no més enllà d'una dotzena de formes diferents de comportament. Així que va emprar les mateixes il·lustracions, els mateixos diagrames, en camps completament diferents. Una altra són les pressuposicions temàtiques. Quan un científic diu: "Em jugue la meua reputació per tal de proposar una cosa que és diferent a tot el

**«ALGUNS INDIVIDUS
PODEN, SENSE MOURE'S,
VEURE QUÈ HI HA
EN GIRAR EN CANTÓ»**

que s'ha dit fins ara. No hi ha cap raó que indique que és certa, però ho sent en els ossos que és certa." Totes aquestes coses no les trobes en els llibres de text.

Vol dir que els grans científics pensen d'una manera especial, diferent a la resta de científics?

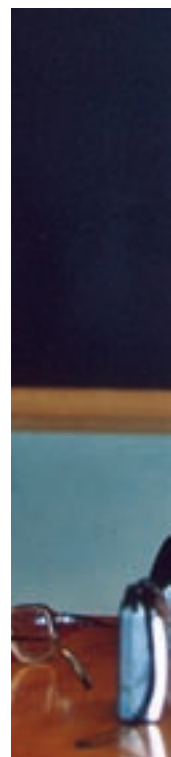
Els visionaris sí. El 1952 el gran amic i traductor al francès dels llibres d'Einstein, Maurice Solovine, va preguntar a Einstein que com pensava. Einstein va respondre-li amb l'ajuda d'un dibuix [regira un moment entre els seus papers i me'l mostra]. Aquest és el plànol de les experiències [assenyala la línia horitzontal del dibuix], tot allò que ocorre al món. Johnston Mill diria que cal construir una escala de raonament inductiu. Però no Einstein. Einstein diu, el que has de fer és, no a partir de cap experiència en particular, sinó a partir d'una sensació sobre el conjunt en general, proposar un sistema d'axiomes.

Einstein proposa fer un salt platònic, que és una cosa perillosa. Al principi es tracta d'una qüestió de predilecció completament, que finalment pot funcionar, però que sovint no funciona al primer intent. No estem parlant de construir suaument i lentament una idea després d'una altra, sinó de fer una extravagància. Per exemple, proposar una llei de la natura, com les de la relativitat el 1905, quan Einstein apunta que la velocitat de la llum és sempre constant en el buit i que el principi de Galileu se aplica no sols a la mecànica, sinó a tot en general de la manera adequada. Després un intenta veure si les experiències es poden entendre o s'adiuen amb

el sistema d'axiomes, torna al plànol de les experiències per veure si el sistema és correcte. I açò és el que molt poca gent s'atreveix a fer.

El que jo deduesc d'aquesta història és que els individus de l'envergadura d'Einstein estan dotats d'una intuïció magnífica.

Deixa'm mencionar-te una paraula que Einstein empra: *Fingerspitzengefühl*, una paraula alemanya molt llarga que significa "sentir a les puntes dels dits". I millor encara és l'expressió de Hans Christian Oersted, el descobridor de l'electromagnetisme el 1820, quan va dir: "Alguns de nosaltres tenim consonància anticipatòria amb la natura." En altres paraules, alguns individus poden, sense moure's, veure què hi ha en girar el cantó.





**«EN CAP INSTITUCIÓ ACADÈMICA
DEL MÓN OBTINDRÀS CAP
RECONeixEMENT PER INTENTAR
FER ALGUNA COSA MÉS QUE BONA
FEINA EN EL CAMP QUE SE T'HA
ASSIGNAT»**

I d'on pensa vostè que ve aquesta intuïció?

No ho sé. No tinc cap teoria sobre d'on ve aquesta intuïció. El que li puc dir és que molts dels avenços científics van arribar en forma d'idees sobtades, com un flaix.

Per exemple, el cas de Poincaré. Sembla que havia estat pensant sobre un problema matemàtic i que, contràriament al seu costum, va prendre cafè a la nit i no podia agafar el son. Mentre dormia va treballar de valent en el problema de trobar el que més tard s'anomenaria grups fuchsians. I a l'endemà se'n va d'excursió, pren l'autobús a Coutance i conta que en el moment que va posar el peu en l'escaló de l'autobús, li va venir com un flaix la manera de resoldre el problema. Per tant, hi ha un període d'incubació,

sota la superfície, inconscient, després ve la sorpresa de la il·luminació, el salt, i finalment la convicció que la idea és important encara que no funcione del tot, perquè un pot treballar-la, en silenci. Aquesta seqüència ha estat explicada per Schopenhauer, Madame Curie i molts més.

O Heisenberg, que té una mena de malaltia que fa que li rode el cap. És una al·lèrgia a les plantes, al voltant del 1926. Així que se'n va a una illa on no hi ha més que roques, Helgoland, i allí, assegut sobre un tossal, de sobte se li acut el que més tard esdevindrà el principi de la incertesa. De nou: incubació, solitud i deixar-se sorprendre.

També Galileu, quan a través del telescopi veu com és la Lluna i de sobte s'adona –el seu instint copernicà!– que té quelcom sòlid que mostrar als altres. I per descomptat, els altres, amb les seues preconcepcions, mirant a través del mateix telescopi la mateixa cosa no ho poden veure.

Aquestes preconcepcions o pressuposicions poden ser perilloses. Pense en el mateix Galileu i la seua fe en la geometria del cercle.

Per descomptat! Galileu creia tant en el cercle que va rebutjar posar la més mínima atenció a la teoria de Kepler, perquè Kepler feia el·lipses quan dibuixava les òrbites dels planetes. Per a Galileu, que era un home d'educació clàssica, les el·lipses eren manieristes i no li agradaven gens. Panofsky, l'historiador de l'art, ha escrit coses molt interessants sobre el tema.

Aquestes obsessions poden conduir-te tant a l'èxit com a una conclusió equivocada. Les pressuposicions i el salt són possibles per a alguns, però poden desviar altres. Però, bé, això només vol dir que som humans, i que hem de conformar-nos a tenir èxit de tant en tant.

En qualsevol cas el procés d'incubació pot arribar a ser molt llarg...

Sí, i dolorós. Oppenheimer, que va ser un gran home i un gran físic, va escriure una carta al seu germà Frank on li deia: "...quan treballo en un problema, és com viatjar dins d'una muntanya a través d'un túnel fosc, i mai no sé si en sortiré". Però ell tenia la idea general que se'n sortiria, i per descomptat que ho va fer. Tenia una gran confiança en ell mateix, malgrat tots els problemes que va haver d'afrontar en el camí. Com tota la resta de grans científics. Stephen Jay Gould, un col·lega meu que va morir fa poc, gran biòleg i paleontòleg, va dir en una ocasió: "Noranta-nou per cent dels meus dies perduts, i açò és cert per a tots els científics que conec, i al final



del dia encara has de netejar la gàbia del ratolí”. Però aquest u per cent que sí que aconseguies alguna cosa pot conduir-te a un punt des d’on poder saltar, i així és com aquesta gent treballa.

Vostè ha criticat sovint la creixent desconexió entre les disciplines en un món en què els professionals esdevenen més i més especialitzats. Em pregunte quins inconvenients creu vostè que provoca aquest silenci entre les disciplines.

Bé, primer de tot, anem a la raó per la qual aquesta desconexió existeix, perquè abans no existia! Els filòsofs de la natura, en el temps de Goethe, no creien en absolut en el silenci entre les disciplines. Per a ells el món era molt més homogeni, i fins i tot, al segle XIX, trobes que el que avui anomenem científics escriuen sobre tota classe d’assumptes. Ells es consideren transmissors de la cultura, no científics. Ningú s’anomena a si mateix científic en aquesta època. Amb l’entrada del segle XX és quan la divisió entre la física, la química, la biologia, etc. esdevé imposada per la manera com les institucions acadèmiques funcionen. L’existència dels departaments ha obligat la gent a reduir més i més el seu camp d’estudi, i l’acceleració de la història, en particular de les ciències, ha forçat la gent a invertir més i més temps de les seues vides, dia rere dia, de vegades les nits, en problemes concrets, perquè competeixen entre ells i perquè la seua pròpia passió els impulsa a fer-ho. Per tant, alguna cosa cal deixar de banda. En cap institució acadèmica del món obtindràs cap reconeixement per intentar fer alguna cosa més que bona feina en el camp que se t’ha assignat. De vegades la gent pot diversificar-se. Jo sóc molt afortunat pel fet que em van permetre estar en física i en història de la ciència, però és estrany, molt rar, hauria d’haver-hi més casos com el meu.

I en què ens perjudica aquesta desconexió entre les disciplines? Què ens hi estem perdent?

Estem perdent, entre altres coses, una font d’imaginació, perquè els grans protagonistes de les ciències sovint treballaven amb metàfores. En el cas de Niels Bohr, per exemple, d’on va traure la idea de la complementarietat? La idea de la complementarietat, que és una idea molt poderosa, li va arribar completament

de fora de la física. Va ser una idea molt útil per a la física, va ajudar tothom a entendre la naturalesa particular de la matèria i de la llum mateix. Bohr estava molt interessat en les arts, i en les arts hi ha un tipus d’imatge anomenada “metamòrfica”, on pots veure una copa de vi en blanc o el perfil de dues persones mirant-se una a l’altra en negre. Aquest salt d’una imatge a l’altra és una idea molt interessant de la psicologia de la Gestalt. Bohr sabia de tot açò i tenia unes quantes imatges d’aquestes a casa. En segon lloc, Bohr havia llegit William James, el psicòleg, li agradava molt pel seu pragmatisme, i havia trobat un passatge en què James deia que pots pensar sobre una cosa o bé pots pensar sobre el problema mateix de pensar, però que el que no pots fer és pensar en el teu projecte alhora que hi treballes. No pots tenir un tercer ull, venia a dir James, a sobre teu. En aquells dies, a més, hi havia una senyora molt famosa que tenia

personalitat múltiple. Podies comunicar-te amb una de les seues personalitats parlant amb ella, i amb l’altra escrivint-li. Hi havia dues maneres diferents de connectar amb el seu ego. Una desgràcia, per descomptat, per a la dona! La cosa és que Bohr arribà a la idea que en la vida real, en molts casos, calia pensar, i certament en l’àmbit de la física, en una mena d’existència simultània de contraris, de tal manera que en un experiment veus la naturalesa ondulatoria de

la llum i en un altre la seua naturalesa particular, però són senzillament maneres diferents de veure la mateixa cosa.

I permet-me un altre exemple tornant a Einstein. Una de les seues obsessions temàtiques era la unitat, la generalització, de tal manera que gràcies a un esforç de generalització Einstein va passar de la relativitat especial a la relativitat generalitzada, i d’aquí a la teoria del camp unificat, la teoria del tot, que encara no ha tingut massa èxit. D’on ve tot açò? Açò ve de les passions romàntiques dels filòsofs i poetes del segle XIX. Gent com Oersted, que era químic i filòsof, volien unificació, pensaven, tal com Kant els havia ensenyat, que en la ciència tot podia explicar-se en termes d’una *Grundkraft*, una força fonamental. L’electricitat, el magnetisme, la gravitació... eren diferents aspectes d’una sola entitat fonamental. Mira’t Goethe, per exemple, el primer paràgraf de *Faust*, quan conta que ha estudiat teologia, ciència, medici-

«ESTEM PERDENT, ENTRE ALTRES COSES, UNA FONT D’IMAGINACIÓ, PERQUÈ ELS GRANS PROTAGONISTES DE LES CIÈNCIES SOVINT TREBALLAVEN AMB METÀFORES»





na, i que res d'açò no és prou, que el que vol conèixer és la força que dona consistència al món. Aquesta és la idea romàntica d'unificació, d'aquí la pren Einstein. D'aquí la pren Schröndiger. Van créixer amb açò. Einstein va fer un curs sobre Goethe quan es treia el diploma de professor de física de secundària, i un altre sobre Emmanuel Kant, i va llegir Kant quan tenia tretze anys, i altra vegada quan tenia setze i unes quantes vegades més després. Va llegir Spinoza també, on va trobar una altra vegada la idea de la unificació, que Déu no degué fer les diferents parts del món de manera diferent, sinó tot a partir d'una sola idea. Aquesta és la ressonància entre la ciència i la resta de la cultura, i va debilitant-se a causa de la separació de les disciplines. I açò significa, no solament que se'ns poden escapar idees grandioses, sinó que potser ens perdem una experiència humana més rica com a científics.

«DURANT LES CLASSES UN POT
ELIMINAR PART DEL SILENCI
QUE HI HA ENTRE LES DISCIPLINES
DECLARANT-LO ARTIFICIAL,
IMPOSAT INSTITUCIONALMENT,
PERÒ INNECESSARI
I DE PROCEDÈNCIA NO DIVINA»

I què podem fer per compensar aquesta pèrdua de ressonància entre la ciència i la resta de la cultura?

Podem introduir el context de la ciència quan ensenyem ciència. En les meues classes jo sempre vaig a la història de la ciència per aquesta raó, per mostrar als alumnes d'on han tret les idees les grans figures de la ciència, els errors que van cometre fins que encertaren del tot, quines eren les seues fonts d'inspiració. En el cas de Newton, per exemple, els *Principia* és un gran treball, sembla ser tot física, però si te'l llegeixes amb cura, i el mateix ocorre amb *Optics*, hi ha molt del fet que la raó per la qual Newton feia ciència era per millorar moralment. Newton pensava que com més sabia un sobre la natura, més a prop es trobava del pensament de Déu. Açò era part d'un programa personal de progrés i per això va escriure molt més sobre religió que sobre física. Quan a classe parle de Newton, parle també de la influència de Newton



sobre la filosofia i la poesia del segle XVIII, però també de les idees matemàtiques i la filosofia que influïren en Newton. Així que me'n surt de la ciència, no molt lluny, just perquè la gent s'adone que és permès de fer-ho, i que si els interessa poden cercar més enllà.

Però llavors el mestre ha de ser un pou de saviesa...

Bé, de primer pots pensar que el professor ha de ser una mena d'Erasmus... Però la resposta és no, no cal ser Erasmus. El primer any comences amb un o dos casos, l'any següent n'afegeixes més i el tercer any encarregues a un estudiant que està interessat en, per exemple, la música, quines són les influències de la música sobre la ciència, o la influència dels avanços en l'acústica en els instruments musicals. Els estudiants ho fan com a part dels seus exercicis. Així és com ho fem ací amb els nostres estudiants de tercer cicle. Ells fan el nostre treball, saps? Per això els volem tant! [Esclata a riure durant uns segons.] Durant les classes un pot eliminar part del silenci que hi ha entre les disciplines declarant-lo artificial, impositat institucionalment, però innecessari i de procedència no divina.

Creu que els científics tenen l'obligació de comunicar els resultats de la seua recerca en termes planers?

Tinc una opinió molt definida sobre aquest tema. És necessari que un científic es mantinga en contacte amb la societat a través de la propagació del que fa i del que els col·legues fan per dues raons. Una d'elles és que el progrés de la ciència depèn del sentiment que la societat en general té envers la ciència. Thomas Jefferson va dir que un públic educat és un requisit perquè la democràcia funcione i dins la cultura ha d'haver-hi un lloc per a la ciència. Aconseguir açò és cosa dels científics. Els científics han de deixar clar què fa la ciència en favor dels ciutadans, i llavors el públic entendreà i respectarà la ciència que es fa, i podrà intervenir quan la ciència vaja per mal camí, que pot ocórrer. Pense en Lysenko i aquest tipus de biologia boja que va ser tan destructiva. Pense en Alemanya... Aquesta és una de les raons per la qual és bo que la ciència i la cultura interactuen.

Però hi ha una altra raó, que per a mi és igual d'important, i que també apareix reflectida en Jefferson. Quan Napoleó necessitava urgentment diners, el 1803, Jefferson li va comprar a preu molt barat una bona part

«ELS CIENTÍFICS HAN DE DEIXAR CLAR QUÈ FA LA CIÈNCIA EN FAVOR DELS CIUTADANS, I LLAVORS EL PÚBLIC ENTENDRÀ I RESPECTARÀ LA CIÈNCIA QUE ES FA»

del sud dels EUA –la compra de Louisiana–, i llavors va enviar dues persones a explorar el continent, no sols el territori adquirit, sinó també la part desconeguda de més enllà. Es va anomenar l'expedició de Lewis i Clark, i fou extraordinàriament reeixida. Jefferson els va encarregar que tornaren amb mapes, exemples de vida sal-

vatge, descripcions de les llengües i costums del indis, etc. Volia saber, com a científic, què passava per aquelles terres. Es preguntava si encara hi havia mastodonts a les Muntanyes Rocalloses. A Jefferson li encantaven els animals grans, perquè els francesos deien que a Amèrica tan sols hi havia animals petits, tot es deteriorava a Amèrica, i Jefferson volia demostrar que això no era cert. Açò era un dels seus objectius, fer ciència. L'altre era que Jefferson sabia que en un moment determinat la gent de la costa est s'expandiria i que si coneixien les característiques del territori, seria més fàcil per als nous pobladors instal·lar-se i fer vida en les noves àrees. L'expedició de Lewis i Clark va ser bona per a la ciència i bona per a les persones. Si els científics no mostren els resultats beneficiosos de la ciència, la ciència es marcirà, perquè a més de tenir la ciència com a part de la cultura i per enfortir la democràcia i per als futurs científics, un vol la ciència per aconseguir coses pràctiques per a la vida, i els científics són els que millor poden presentar aquest aspecte humà del progrés científic.

I quins són els seus escriptors de ciència favorits?

Els que jo més respecte són gent que ja ha deixat d'escriure, que ja no estan amb nosaltres, gent com Jacob Bronowsky. La sèrie de tretze pel·lícules que va fer per a la televisió, *L'Ascent of Man*, era molt bona. Aquest és el tipus de model que jo segueisc.

Hi ha molta gent que parla molt bé de Hawkins, per descomptat, però a mi no m'acaba de convèncer, perquè Hawkins fa salts en paràgrafs fonamentals i llavors és difícil seguir-lo, i no estic segur si la gent l'entén realment.

Un dels que més m'agrada i a qui respecte enormement és Steven Weinberg. Ha escrit llibres meravellosos. N'hi ha un de recent que es diu *Facing up* que és molt bo. I abans d'aquest, *The first three minutes*, sobre cosmologia, és molt potent. ☺

Carme Pastor Gradolí. Departament de les Ciències de la Terra, Atmosfèriques i Planetàries, Institut Tecnològic de Massachussets, MIT (Boston).