

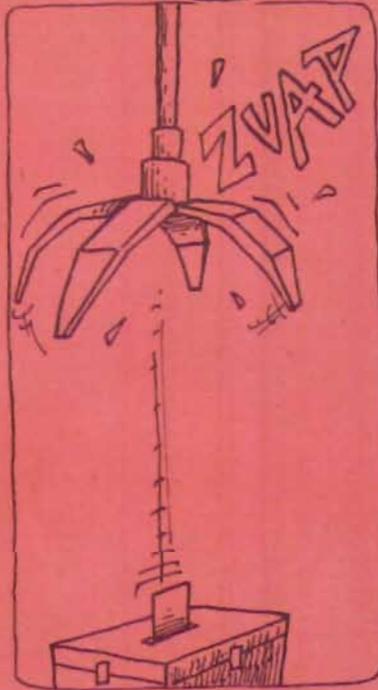
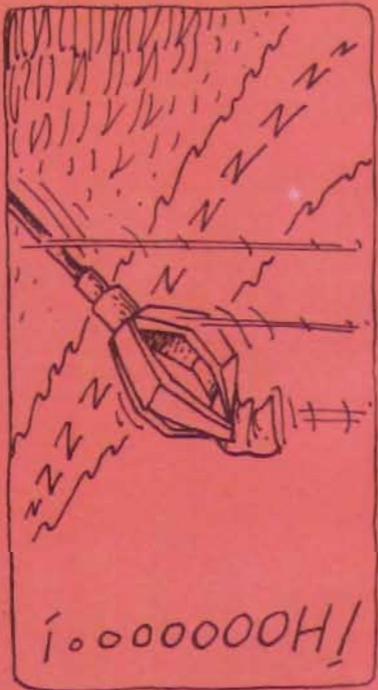
# PLANTTA 8

UNIVERSITAT DE BARCELONA



Revista de Físiques

Biblioteca de Física i Química



# EDITORIAL

JORDI ORTÍN

Aquest primer trimestre de curs ha estat presidit per les eleccions. Sembla que finalment estem prenent consciència de la importància de la nostra participació a la Facultat.

Aixó no vol dir que els estudiants acudíssim massivament a la convocatòria electoral, per molt impressionants que fossin les cues que es van formar davant la biblioteca. El que és realment important és la naturalitat amb que les varem assumir. Els estudiants comencem a pensar que la nostra veu és necessària i a reconèixer els llocs on podem fer-la sentir. Així ningú no es planteja ja la presència del estudiants a la Junta de Facultat, o a les Comissions Acadèmica i Econòmica.

Hem de considerar però, que han estat els professors els que ens han pressionat aquesta vegada a escollir representants (i res no ens indica que deixin de pressionar en altres ocasions). Encara ens falta una normativa clara de funcionament i continuem escollint sobre un únic (!) representant.

Potser la precipitació és la causant d'aquestes deficiències; el que no es pot dir és que siguin degudes al desinterès. I creiem que si hi ha interès en participar serà molt més fàcil trobar millors fórmules per fer-ho. Però interès no pot ser un bellugar-se puntual i passatger, que es limiti a aprofitar una iniciativa del professorat en un moment donat, i mori tot seguit. Participació i interès són el resultat d'un sentir-se integrat en allò en que es participa i, alhora, responsable del seu funcionament, en la mesura que ens pertoca.

Fent una paràfrasi, de la mateixa manera que la Universitat ha d'estar integrada en el teixit organitzatiu social, i ha de sentir-se responsable de la bona marxa del afers que afecten al conjunt de la societat, els estudiants no podem restar al marge del funcionament general de la Facultat, ni per manca d'integració ni per oblit de la nostra part de responsabilitat en les seves tasques.

És per tot això que ens alegrem d'allò que amb cert optimisme dèiem al començament: hi ha una nova presa de consciència del paper dels estudiants en aquesta casa. Tant de bo si aquestes eleccions han servit per aquest desvetllament, que no ha fet més que començar i cal fer permanent.

Pau i que duri. Nosaltres, des d'ací, si no hi erem, ens hi afegim.

# *diàlegs sobre dues noves ciències: galileu galilei*

L'obra i la personalitat d'En Galileu Galilei (1569-1642), s'han d'emmarcar en unes ordenades històriques d'importància transcendental en el desenvolupament de la Ciència: el Renaixement.

És una època en què es tornen a valorar l'esperit d'iniciativa personal, el raciocini, l'anàlisi i la lògica; en especial, cal remarcar l'interès que sorgeix per l'estudi de la Natura. Es procedeix a l'observació sistemàtica dels fenòmens naturals, prenent que això condueixi al coneixement de les lleis que els regeixen.

Galileu era un gran observador, amb una gran capacitat d'anàlisi i d'abstracció. Les eines matemàtiques que podia utilitzar, però, eren realment escasses: geometria euclidiana i àlgebra elemental. Tot el procés deductiu de la seva obra troba el seu fonament en la lògica i la geometria. D'altra banda, el desconeixement de les lleis de la Física era pràcticament absolut i, en tot cas, marcat per les teories aristotèliques, que d'una manera més o menys oficial eren avalades per les institucions cultes de l'època.

Galileu estableix en la seva obra els fonaments del mètode científic que posteriorment seran reivindicats per la Ciència oficial: l'observació, la teoria i l'experimentació. L'observació de la Natura el condueix a formular unes hipòtesis que intenta confirmar mitjançant experiments pensats i analitzats per ell mateix. Els experiments són l'estudi de la resposta de la Natura a unes condicions que li són imposades artificialment. En aquesta línia el seu mètode és plenament científic. Posteriorment, i establerts uns principis teòrics, passa a la demostració matemàtica de llurs principals conseqüències. Podem considerar, doncs, que la seva obra és el primer tractat plenament científic, encara que ni el llenguatge ni l'estructura de l'obra s'ajusten als actuals. És important destacar també l'alt nivell literari i la relativa facilitat de lectura, fins i tot per als lectors actuals.

Com ningú no ignora, Galileu va trobar en la seva època una forta oposició a les idees desenvolupades en els seus tractats. Això era degut en gran manera a la doctrina oficial mantinguda per l'Església, que en aquella època era una potència tant a nivell polític i social com intel·lectual.

Anem ara a fer una petita anàlisi de la seva obra "Diàlegs sobre dues noves ciències". Està escrita en forma de diàleg, tot imitant Plató, de qui es declarava gran admirador. En el diàleg, escrit en llatí i en italià, intervenen tres personatges: un representant de les idees aristotèliques oficials (Simplicio), un home cult i intel·ligent que formula les qüestions (Sagredo) i un deixeble de l'Acadèmic (Galileu) que es guia pel mètode científic

i que dóna resposta a les preguntes formulades (Salviati). Els diàlegs es componen de quatre jornades, de les quals la primera analitza qüestions sobre la "coherència dels cossos sòlids", i la segona sobre "la resistència dels sòlids a la fractura".

Aquestes dues jornades són d'un interès especial perquè mostren el mètode de raonament científic pel qual es regeix l'autor. Al començament, en Sagredo planteja una qüestió concreta a la que en Simplicio i en Salviati han de respondre segons llur coneixement. A la veritable resposta s'hi arriba a través d'un experiment, en general proposat per Salviati. Aquestes experiències solen ser molt imaginatives, i en general concloents.



En aquestes dues jornades s'estableixen qüestions de gran interès, en molts casos fonamentals en el desenvolupament de la ciència moderna. Entre elles destaquem:

- La velocitat de propagació de la llum. Hom tracta d'esbrinar si és o no finita. És a dir, si es propaga o no instantàniament. Per tal de determinar-ho, en Salviati proposa una experiència prou coneguda per tothom, de la qual no n'extreu cap conclusió. Només que, en tot cas, la velocitat de la llum, si no infinita, és molt gran.

- Tractament dels infinits i dels infinitèsims. És una qüestió fonamental que serà plenament desenvolupada amb l'invent del càlcul infinitesimal. Galileu se n'adonà de la impossibilitat de tractar-los en tant que magnituds finites. Per tal de fer-ho palès, estableix experiments tan curiosos com els que presentem en les figures I i II. S'hi mostra l'equivalència d'un punt (de mida infinitesimal) amb una infinitat de punts. Alhora, s'hi estableix una frase, que serà definició dels conjunt formats per infinits elements (són aquells coordinables amb alguna de llurs parts) i que ell explica tot dient que "és tan in finit el conjunt de tots els nombres naturals com el conjunt de totes les arrels exactes que els corresponen, essent aquest darrer una part del primer".

En aquestes jornades es tracten molts altrestemes i es proposen moltes altres interessants experiències, però no és l'objectiu d'aquest article l'enumerar-les totes.

Caldria, abans d'acabar l'exposició, parlar una mica de la tercera jornada i de la quarta, on se'ns parla del moviment. En elles es proposen les definicions i les principals propietats dels moviment uniforme i uniformement accelerat, tal i com avui els coneixem (totes les demostracions es fan utilitzant únicament les relacions més simples de la geometria). S'estableix també una teoria sòlida i estrictament correcta sobre el moviment en plans inclinats, així com sobre la caiguda lliure dels cossos (indica que es produeix segons un moviment uniformement accelerat). A la quarta jornada estudia el moviment dels projectils i dedueix llur trajectòria parabòlica.

En aquest article no hem pretès fer un resum, ni tan sols una relació més o menys completa dels temes més interessants que són exposats al llibre. Només hem volgut mostrar l'interès que pot tenir per a la formació del físic el coneixement de la història del pensament científic i dels corrents ideològics, intentant reivindicar, potser a nivell de segon cicle, una assignatura o seminari per a tots els alumnes interessats en el tema, que esperem que tinguin continuïtat i que tant professors com alumnes amb aquestes inquietuds hi col.laborin.

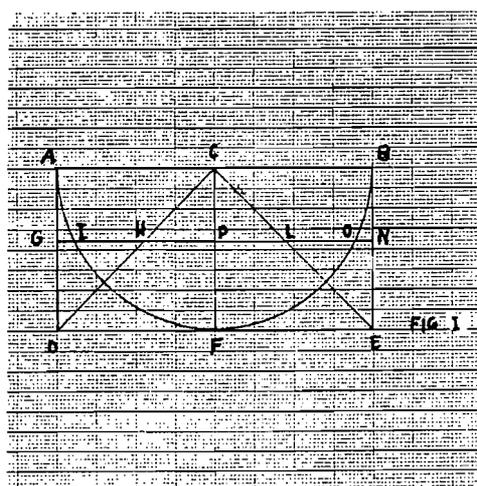


Figura 1.

Fig. 1. Si la figura I la fem girar segons l'eix C-F obtenim un cilindre (ABDE), un con (CDE) i, una semiesfera (AFB). Es pot demostrar que l'àrea que talla la línia GHLN sobre el con (H-L) i sobre la corona compresa entre el cilindre i la semiesfera (GI i ON), són idèntiques. Llavors podem moure aquesta línia verticalment fins ACB i l'àrea del con s'ha convertit en un punt (C). L'àrea de la corona compresa entre el cilindre i la semiesfera és una circumferència. En conseqüència un punt i una infinitat de punts (que és una circumferència) tenen àrees equivalents.

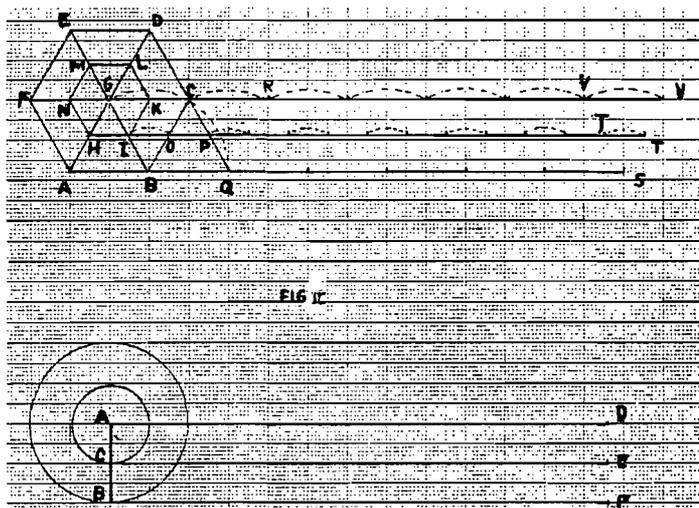


Figura 2.

Fig. 2. Si fem girar els dos hexàgons concèntrics observem que mentre l'hexàgon més gran dona una volta completa amb tots els seus punts en contacte amb la recta A-S, l'hexàgon petit va fent petits salts en cada volta sobre la recta H-T; i el punt G no està mai en contacte amb la recta G-V excepte en uns sis punts després de cada volta. En definitiva observem que la suma dels espais saltats i de recorreguts en contacte fan que les longituds totals recorregudes pels punts A, H i G siguin les mateixes. Això s'acompleix per a qualsevol figura geomètrica regular.

Si considerem circumferències veiem que sempre estàn en contacte amb la línia tant els punts A, C com B i en una volta completa de la gran totes tres han recorregut la mateixa longitud. Com és això possible si la circumferència petita dona només una volta i la seva longitud és més petita que la de la gran? Això ho respon dient que la circumferència és un polígon regular "d'infinits cantons", que són punts sense dimensions i que hi ha una mateixa infinitud de punts en les dues circumferències encara que tinguin longituds diferents. A més a més hi ha una infinitud de buits de dimensions infinitesimals entre els punts.

Trinitat Pradell

# El C.E.R.N.

Al terminar la Segunda Guerra Mundial, los físicos europeos que trabajaban en el estudio de los componentes fundamentales de la Naturaleza se dieron cuenta que todo avance en esta disciplina exigía gastos de financiación que eran demasiado elevados para las posibilidades económicas individuales de los países del Viejo Continente. Por otra parte, los políticos deseaban promover proyectos interesantes que simbolizaran el nuevo espíritu de unidad europea. No es de extrañar que en este ambiente los físicos empezaran a discutir la posibilidad de un laboratorio europeo, discusiones que culminaron el 29 de Septiembre de 1954 con la creación del CERN, siendo los países fundadores: Bélgica, Dinamarca, Francia, Gran Bretaña, Grecia, Holanda, Italia, Noruega, República Federal de Alemania, Suecia, Suiza y Yugoslavia. En 1959 Austria entró a formar parte del CERN y lo mismo hizo España en 1961; sin embargo, nuestro estado se retiró en 1969 como lo hiciera antes Yugoslavia, alegando razones de orden económico. Recientemente España ha vuelto a formar parte del CERN.

El 10 de Junio de 1955 se iniciaron las obras del nuevo laboratorio en Meyrin, un suburbio de Ginebra, en una superficie de 40 Ha pertenecientes al cantón de Ginebra, ulteriormente ampliada hasta alcanzar las 600 Ha, la mayor parte de las cuales se encuentran en Francia.

En el Artículo II de la Convención del CERN quedan claramente establecidos sus propósitos en los siguientes términos: "La Organización promoverá la colaboración entre los estados europeos en investigación nuclear de carácter científico y fundamental y en investigaciones esencialmente relacionadas con ella. La Organización no realizará ningún trabajo de tipo militar y los resultados de sus trabajos teóricos y experimentales serán publicados".

El presupuesto global del CERN para 1982 es de unos 640 millones de Francos Suizos y está acordado mantenerlo constante durante los próximos cinco años. Este presupuesto es financiado por los países miembros proporcionalmente a su Producto Nacional Bruto.

Para llevar a cabo su programa experimental el CERN cuenta con varios tipos de aceleradores. El primer acelerador del CERN empezó a funcionar el primero de Agosto de 1957 y era un sincrociclotrón (MSC) en el que se podía acelerar un haz de protones hasta 0.6 GeV. Un complemento importante de este acelerador, que entró en funcionamiento en 1967, es el ISOLDE destinado a estudiar núcleos de vida media muy corta. En Septiembre de 1959 se inauguró un sincrotrón (PS) capaz de acelerar un haz de protones hasta una energía de 28 GeV. En 1971 se montaron alrededor del PS unos anillos de almacenamiento (ISR) mediante los cuales podían ser estudiadas colisiones protón-protón entre dos haces de protones, cada uno de los cuales se podía acelerar hasta 31 GeV. En junio de 1976 entró en funcionamiento un supersincrotrón de protones (SPS) con el que es posible acelerar un haz de protones hasta 400GeV. Recientemente, alrededor del SPS, se ha montado un dispositivo experimental para hacer chocar un haz de protones con otro de antiprotones obtenidos por una técnica totalmente nueva llamada de enfriamiento estocástico. En estos momentos se han iniciado las obras de un gran acelerador (LEP) para hacer chocar un haz de electrones con otro de anti-electrones. Se espera que el nuevo acelerador entre en funcionamiento a finales de 1987 con una energía de 50GeV por haz, si bien el acelerador se ha optimizado a la cota de 90GeV por haz, que podría alcanzarse antes de finalizar la presente década.

El 24 de Junio de 1982 el Consejo del CERN ha admitido a España en este organismo en condiciones francamente favorables, pues no sólo no debe pagar cuota de entrada, sino que además empezará pagando en 1983 el 2.1% de los gastos del CERN para ir incrementando gradualmente sus contribuciones hasta que, en 1989, pague el 7% que es la cuota que le corresponde de acuerdo con su PNB. España se ha comprometido a gastar una cantidad del orden del 50% de la cuota al CERN en promover la Física que se hace en el CERN dentro de las fronteras del estado. Esto implica la creación de nuevos grupos experimentales y esperemos que uno de estos se cree, gracias al esfuerzo de todos, en la ciudad de Barcelona.

## Sobre "FILOSOFIA DE LA CIENCIA"

A propósito de las conferencias que últimamente se vienen desarrollando en nuestra facultad han surgido, tanto entre alumnos como entre profesores, algunas discusiones que comenzaron ya en los mismos diálogos con que usualmente acababan estas charlas. En particular hay dos temas que me parecen de sumo interés y sobre los cuales voy a exponer mi punto de vista, haciendo constar previamente mi calidad de "amateur" en el campo de la "Filosofía de la Ciencia". Son los relativos a la utilidad de la misma y a las cualificaciones exigibles a los filósofos de la ciencia.

Por supuesto que la utilidad es subjetiva. Lo que es útil para mí puede no serlo para otro y quizás resulte irrelevante para un tercero. Yo me referiré a la utilidad de la Filosofía de la Ciencia para el científico, en especial en su faceta docente. También por razones de concreción no me referiré a la Filosofía de la Ciencia en su sentido amplio de reflexión. Me limitaré a la corriente actual de la misma que se conoce con el nombre genérico de "Estructuralismo", introducida por J. D. Sneed en 1971; un ejemplo ilustrativo dentro de este marco fue expuesto recientemente en esta facultad por C. U. Moulines: "La reconstrucción lógica de la Mecánica Clásica".

Puede que para alguno de los asistentes lo que allí se expuso no les hiciera cuestionar su propia filosofía acerca de las famosas "Tres Leyes Fundamentales de la Mecánica". Por el contrario, creo que para la mayoría hubo puntos serios de meditación. En cualquier caso, ni los alumnos ni los profesores que allí estaban podrán ser ya partícipes de disertaciones o escritos donde se refieren a dichas leyes en la forma usual. Su propia reflexión les hará prescindir de la Ley de la Inercia por innecesaria (a lo sumo se le podría dedicar un emotivo recuerdo histórico); también se verán obligados a precisar las restricciones que pesan sobre la validez del principio de Acción y Reacción las cuales le inhabilitan para ser un principio básico de la Física Clásica.

Finalmente tendrán que aclarar el significado de la famosa Ley Fundamental. Si arguyen que se pueda adoptar como definición de fuerza deberán hacer esfuerzos imposibles para explicar como una definición ingeniosa puede crear una teoría física de aplicaciones tan fructíferas como la Mecánica Clásica de Partículas. Si realmente la presentan como axioma no pueden obviar el problema de la medición de las fuerzas sin recurrir a la propia teoría que se desea fundamental.

Este tipo de reflexiones ¿harán cambiar la Mecánica Clásica?. Ciertamente no; tampoco aspiran a ello. Pero si se extendieran a todas las disciplinas objeto de aprendizaje ¿hay quien dude de su repercusión ventajosa en la metodología de la enseñanza y, por tanto, en el grado de asimilación?. Análisis habituales de este tipo ¿no llevarían necesariamente a unas clases y a unos textos menos rutinarios más creativos, más motivadores

en suma? ¿resultaría útil para el científico y para el aspirante? incluso ¿no habría ya razones suficientes para incorporar algunos de estos temas de filosofía de la Ciencia a los que ordinariamente se cultivan en una Facultad científica?

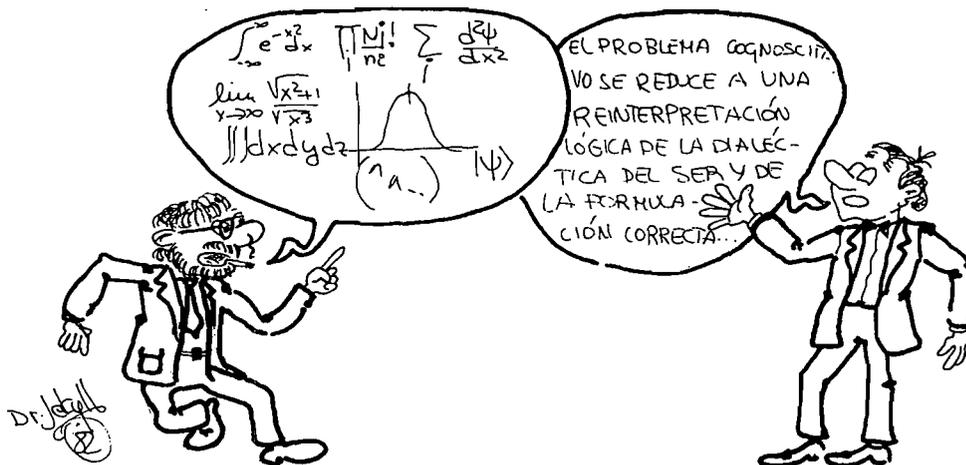
Enlazamos así con otro punto que, a veces, es objeto de discusión: ¿quién debe hacer filosofía de la Ciencia?. Desde mi punto de vista la contestación es absolutamente trivial. Por supuesto no es un problema de titulaciones; ni es un problema específico de estas ramas del saber. De la misma forma que un crítico de teatro ( en el sentido de pensador sobre cuestiones relativas al teatro ) debe ser un profesional de la reflexión y un entendido en teatro ( lo cual nada tiene que ver con ser o haber sido escritor, director o actor ), un filósofo de la Ciencia debe ser un filósofo que esté verdaderamente al corriente del aspecto o de la parte de la Ciencia que pretende analizar.

No me parece de importancia primordial el campo que haya cultivado en primer lugar. Lo esencial es que domine las técnicas de análisis, de lógica, etc. Que sea un humanista en el sentido de investigador de hechos y productos culturales. Y que conozca en profundidad el apartado o el aspecto de la Ciencia que trata de analizar. Son dos condiciones necesarias para que el candidato pueda desarrollar una labor estimable. La Historia ofrece ejemplos sobrados de personajes que cumplían ambos requisitos; unos provenientes del campo de Las Humanidades y otros del de las Ciencias de la Naturaleza o del de las Matemáticas.

En resumen, considero fuera de lugar una discusión centrada en si la Filosofía de la Ciencia debe estar en manos de los filósofos o de los científicos. Sólo debemos dar el calificativo de filósofo de la Ciencia a los que posean el suficiente bagaje en los campos involucrados y tratar de distinguirlos de los oradores y divulgadores de temas científicos, no sea que la frecuente baja calidad de éstos repercuta en una subvaloración apriorística e injusta de una actividad tan profundamente humana, en el sentido más elevado de la acepción, como es La Filosofía de la Ciencia.

Luis Navarro

Departamento de Física teórica



# Del Examen De Grado

Al finalizar los cinco cursos de carrera es necesario obtener el grado como requisito indispensable tanto para empezar una tesis doctoral, como para acceder a según que puestos de trabajo, en particular a una plaza en la Universidad. Para ello existen dos caminos: uno, la presentación de una tesina, o trabajo de investigación y bibliográfico, que debe llevarse a cabo bajo la dirección de un doctor; otro, la realización de un examen de reválida que abarca toda la carrera, y consta de parte teórica -oral y escrita-, de problemas y, a veces, de prácticas de laboratorio.

Sobre el papel, las dos opciones son equivalentes en cuanto a su finalidad, obtener el grado, y a su forma de ser puntuadas: la nota del ejercicio -tesina o examen- se promedia con la nota media de la carrera para dar la nota del grado de licenciatura. En realidad, los tribunales suelen valorar más la tesina, lo que justifican alegando el mayor tiempo que lleva el prepararla. Así, quien decide licenciarse con grado examinándose de la reválida ya espera implícitamente, de acuerdo con la ley no escrita de la tradición; no obtener una calificación tan alta como obtendría con una tesina. Lo que no espera de ninguna manera es encontrarse con un tribunal que aplica unos criterios muy particularísimos de evaluación, algunos incomprensibles y otros en franca contradicción con la legalidad vigente. En concreto, transcribiré textualmente algunos de los juicios manifestados por el presidente del tribunal que me tocó en suerte este septiembre, al expresarle mi desconformidad con la calificación obtenida.

- "No hemos tenido en cuenta el expediente; sólo se tiene en cuenta en casos de extrema duda o para salvar a alguien del suspenso". Esta opinión sobre un punto no opinable, pues queda explícitamente recogido en la legislación, demuestra o bien el absoluto desconocimiento por parte del tribunal de las leyes que deben aplicar o bien el caso omiso que hace de ellas.

- "Con unas poquitas décimas más hubiese accedido a ponerle un notable". Criterio muy respetable, que no comparto en absoluto. Y no sólo por la dificultad que representa el afinar una nota hasta las tres décimas, sino también por la falta de lógica que supone el intentar hacerlo al evaluar un examen que debe dar una visión global sobre lo asimilado durante la carrera.

- "Ud. acabó la carrera en junio y al cabo de tres meses ya tiene el grado. Ya puede estar contenta, hubiese tardado un año, o más, en escribir una tesina". Es obvio que esta frase no sirve ni remotamente para disculpar la aplicación de unos criterios personalísimos, ni mucho menos para contentar a quien los padece. ¿Qué respuesta hubiese obtenido de haberme presentado a la convocatoria de junio nada más terminar la carrera? El hecho de que exista la alternativa de la tesina ya se usa para calificar con dureza el examen, pero en nin-

gún caso debe servir de excusa para no promediar esta nota con la de la carrera.

Posturas como esta hacen que se esté llegando a una situación, digamos, curiosa. La Facultad exige el grado para pasar al tercer ciclo (cursos de doctorado, tesis,...) y ofrece dos caminos paralelos para conseguirlo. Al valorar más la tesina, estos caminos empiezan a diferir y se hacen totalmente divergentes en la práctica, en casos como el que acabo de comentar. Llega así a ser forzoso invertir un año en obtener el grado para evitar que la más que discutible actuación de un tribunal te empeore considerablemente el expediente, lo que, por la misma dinámica de la Universidad, supone recortarte seriamente las expectativas profesionales.

Altas autoridades de la Facultad opinan que no tiene sentido limitar las atribuciones del tribunal afinando más la ley, que la única forma de minimizar sus posibles arbitrariedades es cambiarlo cada año, tal como se hace ahora. Quizá tengan razón. En mi opinión, el examen de grado necesita una revisión profunda en planteamiento, contenido y forma. En cuanto no se realice, sería conveniente pedir a la Junta de la Facultad que se encargara de:

-recordar a los miembros del tribunal las leyes que deben aplicar

-no permitir que salgan las notas con las actas ya firmadas y los exámenes en secretaría. Y en caso de hacerse así, que exista la posibilidad de cambiar el acta si el tribunal cambia de criterio. Ahora, en palabras de otro de sus miembros, "se puede cambiar el acta si el tribunal reconoce un fallo, pero no si cambia de criterio". La inmediata pregunta, ¿un criterio equivocado no es un fallo?, parece un fácil juego de palabras. Perdón, pero tampoco esta vez he sido yo quien ha rizado el rizo.

Carlota Oliver



# EN UN PAÍS LLUNYÀ...

Aquest article pretén exposar uns fets ocorreguts en certa facultat de Física en el curs 81-82, que creiem que no poden ésser oblidats. No es tracta, d'altra banda, de fets aïllats, sinó que són la culminació d'una trajectòria que temem pugui continuar. Per a abreujar utilitzaré T= professor de teoria, P= professor de problemes.

Tot va començar la primera setmana de classe quan T va explicar els primers temes (cos negre, efecte Compton) de mala gana, donant tan sols els resultats finals. Els companys repetidors ens havien informat ja de l'absoluta incapacitat de T, però nosaltres anàvem de bona fe i no els vàrem fer cas. A la tercera setmana T ens va proposar canviar de llibre. Fins llavors havíem utilitzat el Resnick-Eisberg, llibre de preu certament elevat (no es pot dir el mateix de la seva qualitat). T volia explicar ara el seu llibre, la qual cosa suposava un gir de 180° respecte de la línia docent anterior. Deixant de banda aquesta monumental incongruència, molts varen creure que així T se sentiria més còmode explicant i milloraria. Els fets ens varen demostrar que estàvem equivocats. Després de tres mesos de naufragi en la singular i inintel·ligible presentació dels espais de Hilbert que T ens va fer, vàrem acollir amb alegria que T decidís tornar al Resnick-Eisberg.

Hem d'explicar també l'incompliment laboral de T. L'assignatura estava dividida en quatre classes setmanals de T i una a càrrec de P. De seguida, però, T ens va dir que no podria donar la classe del dijous perquè tenia molta feina (algunes frases cèlebres: "me llama el ministro", "tengo entrevista en la Diputación"). Certament nosaltres, al començament no ens hi vàrem oposar, però no per això hem de deixar de denunciar el fet.

Cal parlar del curiós concepte que T tenia dels exàmens parcials. L'examen de febrer va ser obligatori i a més comptava per a la nota total, cosa que viola clarament el dret a un examen final. El més bó de tot és que això ho vàrem saber després de l'examen. Naturalment molts dels companys no s'hi van presentar. T va intentar llavors un procés inquisitorial que situà clarament les coordenades de la seva ideologia: a tots els que no havien fet l'examen els donava una nova oportunitat de fer-lo, però per a això havien de presentar-se davant la classe i aquesta havia de decidir si eren dignes de la gràcia. Es tractava en definitiva d'una mostra del pensament feixista de T, altres vegades posat explícitament de manifest (més frases: "el rector está entregando la Universidad a los rojos", "tienen ustedes que competir para ver quién es el mejor"). Tal com he dit tot va quedar en un intent ja que llavors, i com a conseqüència del sistema de correcció d'exàmens de T vàrem decidir actuar. T no tenia un criteri fix per a la correcció, conseqüència directa del fet que no tenia un programa de l'assignatura. T puntuava en relació al millor examen amb un criteri absolutament subjectiu i ni tan sols constant. Això es va posar de manifest en les incoherents declaracions als companys que van anar a revisar l'examen:

"este otro me ha puesto más fórmulas", "sólo me ponen las que hay en el Resnick" i ahora "no me ha puesto las gráficas del Resnick".

Davant d'això vàrem decidir exposar el cas a la Junta de Facultat. Molts de vosaltres pensareu que aquesta és una mesura precipitada i que primer era més correcte parlar amb T. Realment ningú que no hagi assistit a una de les esperpèntiques classes de T pot fer-se una idea del que era allò. La conclusió que nosaltres vam treure ultrapassa el qualificar T d'inútil per a la docència. Vèiem que era incapaç de comprendre les nostres preguntes, que vivia en un altre món i que tenia molt poc interès per la classe. Diverses vegades ens havia dit que el Resnick era un mal llibre ("para americanos tontos") i que havíem de llegir-ne d'altres ("seis o siete a la vez"), però curiosament mai no ens va donar cap bibliografia.

Naturalment a la Junta no va passar res. T va dir que el seu prestigi científic el posava per sobre de tot dubte i que considerava allò una ofensa. Molts dels professors que l'havien conegut anys enrera li donaren suport moral (i dic moral perquè mai es va arribar a efectuar cap votació). Llàstima de no tenir un vídeo perquè poguessin veure què era una classe de T.

Entre promeses extraoficials de creació de comissions de seguiment i de control d'exàmens, la nostra protesta es va anar esmoreint. Les classes van seguir igual de malament. Per a fer justícia hem de dir que T va millorar lleugerament quan va explicar la teoria del moment angular, però més tard va caure de nou en els abismes de la incompetència (no podem deixar d'esmentar aquí les dues memorables classes dedicades a la Taula Periòdica). Les últimes setmanes del curs, les va dedicar a explicar-nos Mecànica Estadística Clàssica! i finalment va fer uns problemes absolutament fora de nivell (per a quedar amb la consciència més tranquil·la ens els va donar fotocopiats d'un llibre).

Abans de parlar de l'examen final, cal dir quelcom sobre P. La seva responsabilitat en el desastre de l'assignatura és superior a la de T. No sabem si P era conscient de com anaven les classes de teoria. El que sí era evident era l'actitud de submissió de P envers T; i dic submissió per no dir res pitjor. D'altra banda, el mètode didàctic de P consistia que els interessats a aprendre a fer algun problema passessin pel seu despatx, donant l'esquena a la resta de la classe. P tractava en definitiva de crear grups de privilegiats. Això va ocasionar que no féssim a classe, en tot el curs, més de deu problemes.

Ha arribat ara l'hora de parlar de l'examen final. Resulta que T estava ressentit per la nostra pública protesta i va decidir venjar-se. P va escórrer "el bulto" i va deixar que T posés tot l'examen. La part teòrica tenia dues preguntes: una referent al moment angular, acceptable, i l'altra sobre la teoria de Hartree, que T no havia donat a classe.

On T va destapar el pot de les essències va ser en els problemes: el primer era de tal dificultat matemàtica (de física no en tenia cap) que quan per casualitat va sortir a mig curs, P ens va aconsellar que no perdéssim el temps intentant resoldre'l; el segon era del tipus que ens havia fet T en els últims dies, és a dir, absolutament inadmissible en un examen de tercer. No es tractava per tant d'un examen, sinó de la venjança d'un irresponsable. El fet mateix d'haver actuat d'aquesta manera desqualifica T per a seguir ocupant el seu càrrec actual. De tota manera no calia tot el muntatge, ja que després T no es va mirar els exàmens, i va aprovar qui va voler (amb tot cinisme ens va dir que tindria els exàmens corregits en tan sols 24 hores; segurament, no va trigar més de vint minuts).

Aquests són els fets que volia exposar. Creiem que l'única manera d'evitar que es repetixin és modificar el status del professorat. No es pot permetre que el càrrec de catedràtic segueixi amb tants privilegis i sense cap mena de control de qualitat directe. Hem de lluitar perquè una futura LAU doni a l'estudiant instruments de defensa contra agressions del tipus que hem relatat.

Daniel López, Carles Batlle, Trinitat Pradell,

i un nombrós grup d'alumnes que "prefereixen" no publicar el seu noi

## N. de la R.

En l'esperit que ningú no deixi de redactar els seus articles en català per dificultats gramaticals, la Redacció posa al vostre servei un equip de traducció-correcció. Per tant, si voleu que el vostre article sigui publicat en català, malgrat haver-lo escrit en castellà, només caldrà que ens ho digueu.

D'altra banda, per tal de donar més agilitat, varietat i amenitat a la Revista, us demanem que - sempre que sigui possible - procureu limitar l'extensió de les vostres col.laboracions a dues pàgines (unes vuitanta línies escrites a màquina).

# *una propuesta de normativa*

## *para las elecciones*

Dada la falta de normativa en la elecciones de los representantes de los estudiantes y las dudas que se producen cada año por ello, sería conveniente que los alumnos creásemos una normativa para las elecciones, que una vez refrendada por la Junta de Facultad, fuese la que quise las futuras elecciones. Como aportación a esta sugerencia expondré las ideas en que, a mi juicio, se debieran basar las citadas normas.

-La convocatoria la debería efectuar el Sr. Decano, de tal modo que la proclamación de representantes electos se hiciese siempre dentro del mes de octubre.

-Debería haber plazos para: presentación de candidatos, proclamación provisional, impugnaciones y proclamación definitiva, con un plazo no superior a siete días entre ésta y las elecciones.

-Los candidatos se podrán presentar por el curso y el grupo que ellos escojan, de entre los que estén matriculados por lo menos en una asignatura.

-Serán electores todos los alumnos matriculados en esta Facultad ese año académico.

-Para la Junta de Facultad, y dado que sólo hay ocho representantes, habrá ocho grupos de representación, que sería 5º curso, 4º, 3º Mañana, 3º Tarde, 2º Tarde, 2º Mañana, 1º Mañana, y 1º Tarde, si bien los grupos que no alcanzasen ningún representante tendrían derecho a la asistencia con voz pero sin voto.

-Para las comisiones habrían tres grupos de representación: primer ciclo mañana, primer ciclo tarde, y segundo ciclo; los otros dos representantes serían los alumnos más votados una vez escoridos estos tres primeros.

-En el caso de que alguno de los grupos no presente ningún candidato, su plaza pasaría al grupo que no la hubiese obtenido por no pertenecer a su clase el representante. Y si aún así sobrasen plazas, pasarán a los alumnos más votados que no hayan obtenido la representación para su grupo.

-De darse este caso en las comisiones pasará a ser elegido el alumno con más votos que ya no lo sea.

-Si no se pudiesen proclamar ocho representantes a la Junta por falta de candidatos, los grupos que no los hayan presentado podrán solicitar al decano la convocatoria de nuevas elecciones, en el plazo máximo de dos meses, restringidas a los grupos de representación que no tuviesen ningún candidato.

-Para las comisiones, y dado su carácter no nominal, si falla algún alumno a la reunión, podrá ser sustituido por cualquier otro alumno, preferentemente perteneciente a su mismo grupo.

-Las votaciones tienen que ser por la mañana y por la tarde con un mínimo de dos horas en cada parte, dentro del horario de clases, y considerándose dichas horas no lectivas.

-La modificación de esta normativa, sólo se tendría que hacer a petición de 1/3 de los representantes electos de los alumnos en la Junta de Facultad. La Junta de Facultad tendría que aprobar o rechazar en bloque la propuesta, y en caso de rechazo, explicar las razones para ello. Para ser aprobada una propuesta de modificación de estas normas por la Junta de Facultad, es necesaria su aprobación por mayoría simple en la Junta, y que al mismo tiempo exista mayoría simple de los representantes de los alumnos que asistan.

-Si una quinta parte de los alumnos matriculados de un grupo de representantes, solicitara al decano la destitución de su representante en la Junta, éste deberá convocar elecciones en este grupo para ver si se acepta o no.

-En caso de destitución o renuncia del representante en la Junta de Facultad, al Sr. Decano está obligado a convocar en plazo máximo de dos meses nuevas elecciones en ese grupo.

-Las elecciones serán globales de toda la Facultad, mediante urnas, para poder compaginar los distintos grupos de representación, evitar duplicidades de voto, garantizar la mayor fiabilidad de los resultados. En la mesa pueden haber profesores y alumnos, y los alumnos podrán votar al candidato que deseen aunque no pertenezca a su grupo.

-El período de representación es el año escolar, aunque los representantes del año anterior podrán seguir ocupando interinamente sus puestos, siempre que ese año se hallen matriculados, hasta la proclamación de los nuevos elegidos.

Sería conveniente que nuestros representantes, estudiaran esta idea, la discutieran entre sí y con los alumnos, y una vez llegado a un acuerdo se presentase a la Junta de Facultad para su aprobación. Así tendríamos una norma donde poderos apoyar, tanto los estudiantes, como los órganos de gobierno de la Facultad.

Santiago Moros Vela

## N. de la R.

Per tal que un article, carta al director, etc., sigui publicat a la Revista, és indispensable que el seu autor expliciti el seu nom i, si així ho desitja, la seva situació a la facultat (curs, si és alumne, o bé si és professor, etc.).

# PENENES I NUMERARIS (pnn<sub>s</sub> i pn<sub>s</sub>)

La Història és la primera de totes les Ciències, deia en Carles, puix que ens permet preveure tant el resultat de les nostres accions com les maniobres que els altres pretenen fer.

La ignorància de la Història és l'ocasió dels oportunistes i dels que tenen especial avidesa per apropiarse de tot, deixant els altres en la frustració que, si tenen sort, no vindrà acompanyada de l'atur.

Això és especialment cert en èpoques de canvi vertiginós i de confusió extrema, en què a tanta gent li és tan difícil explicar-se, mentre que a altres els és tan fàcil dissimular la seva "caradura".

Començaré per definir els protagonistes de la nostra història: els professors numeraris (PNs) són els qui ocupen una plaça vitalícia guanyada per oposició. En els tribunals d'oposicions només hi ha professors numeraris.

Abans, gairabé tots els PNs eren catedràtics, és a dir ocupaven una càtedra en la qual eren els senyors.

En part, és per això que es confonen els termes "numerari" i "Catedràtic". Avui dia, sota el catedràtic hi ha un "Agregat" o segon de "a bordo" i alguns "Adjunts" o "tercers". Totes les places guanyades per oposició són vitalícies. Si les classes d'un numerari no agradessin, pot ser obligat a deixar de donar-les, però no d'ocupar la seva plaça, ni de cobrar.

Els catedràtics, Agregats i Adjunts també poden ser no numeraris, si la plaça no l'ocupes per oposició.

En aquest cas, firmen un contracte que pot ser desfet unilateralment per la Universitat, sense tenir en compte per res ni el seu treball ni els seus mèrits. Tan sols cal considerar que els seus serveis no són necessaris, apreciació que fa el catedràtic unilateralment.

Això passa amb els PNNs "contractats". N'hi ha d'un altre tipus, anomenats "interins" amb les mateixes categories, però que se suposa que ocupen "provisionalment" la plaça d'un numerari i per això a més a més, quedaran desplaçats quan algú guanyi les oposicions corresponents.

Per sota d'aquestes tres categories de PNNs, n'hi ha dos més, que són majoria: els Encarregats de curs i els Ajudants, que per terme mig cobren la meitat que els anteriors.

Els E. de curs s'ocupen de donar una assignatura a tres cursos com a màxim. Els Ajudants "oficialment" no treballen i, abans fins i tot constava en el seu contracte que es podien anomenar "Ajudants", però mai "professors".

De fet, els Ajudants fan el mateix treball que els altres, però normalment es veuen obligats a fer aquells treballs que els altres no volen, que són els menys "promocionables". Tals són les pràctiques de laboratori, tradicionalment deixades de la ma de Déu /el "Càtedro") tal i com els qui s'en carreguen d'elles (els Ajudants).

Abans del "Moviment dels PNNs" -la 1ª fase del qual va tenir lloc als començaments dels 70 fins al 78-, tant l'anomenament com l'ascens i l'acomiadament dels PNNs eren fets "a dit" pel catedràtic, que apadrinava al seu protegit per fer-lo arribar a "bon port".

Això té un inconvenient: el catedràtic no pot protegir tothom, i els seus protegits -que, com és natural, cerquen el seu màxim benefici- l'apantallen i aïllen del món exterior (de tal manera) que acaba perdent el contacte amb la realitat que els altres vivim.

Des de temps remots, els he comparat amb la noia "maca" que tan sols escolta els seus aduldors, que són escollits d'entre aquells que li diu allò que li resulta més gratificant, i així continua vivint en un món de fades. En el cas del catedràtic tan sols canvia el tipus de favors a esperar.

Els catedràtics solen ser bones persones. Només se'ls en va una mica la mà amb els seus protegits. Ells en diuen d'això "cuidar la qualitat" o "deixar pas a la joventut". No és cert que siguin incompetents o que resulti intrínsecament impossible dialogar amb ells. Això ho sostenen els que voldrien ocupar el seu lloc, quan encara són no numeraris. Amb la forta dislocació ideològica actual, és fàcil presentar dos cares ben diferents a l'assemblea i a la càtedra, sobretot a nivell personal. Vull dir que hom pot encarregar-se als catedràtics i ser molt amic seu.

Tal vegada, per alguns serà difícil observar directament de la realitat el que he dit. Per altres, fins i tot, els serà difícil apreciar els abismes ideològics i llur importància. Les discrepàncies solament es fan públiques quan desborden el marc dels òrgans de decisió regulars, per discrepància d'alguna de les parts implicades, pel que en cas contrari, són difícils de provar. Tots els casos que un pot explicar es poden considerar com anècdotes o "excepcions", ja que, si fossin majoria seria "impossible" que la situació no fos coneguda públicament.

Aquesta presumpció és totalment falsa.

Per exemple, fa molt temps que tinc notícies que en altres facultats hi ha professors que practiquen l'"absentisme laboral total". Però les tinc tan sols en forma "confidencial"

## Nómina fantasma

Centenar y  
medio de  
profesores  
inexistentes en  
el Clínico

El equipo rectoral de Badia i margant está investigando la existencia de más de ciento cincuenta PNN de la Facultad de Medicina que, figurando en nómina, son ilocalizables, desconociéndose su paradero y las clases que, teóricamente debían impartir. Las investigaciones sobre el posible fraude existente se llevan a cabo dentro de la campaña de saneamiento que el equipo Badia ha desencadenado desde el pasado mes de febrero.

El escandaloso descubrimiento de las nóminas fantasmas se efectuó a raíz de la celebración de elecciones para claustales en las que se vio la imposibilidad de encontrar a los avispados PNN.

La campaña de saneamiento de Badia, que figuraba como uno de los puntos de su campaña electoral, se dirige preferentemente a establecer una política de control global para lograr que dedicaciones del profesorado, nóminas, etc., se hagan públicas (en los mismos departamentos), instando al profesorado a declarar su situación real.

(Sigue en pág. 2.)

## Borrón y cuenta nueva

(Viene de la pág. 1.)

En este sentido, junto con el propósito de llegar hasta el fin, el equipo Badia ha manifestado su voluntad de hacer «borrón y cuenta nueva» a partir de junio a fin de que no exista ya ninguna irregularidad en el próximo curso.

De la preocupación de Badia por la Facultad de Medicina da cuenta la visita efectuada recientemente por el rector a este centro, sin que sean de descartar futuras gestiones, lo que provocará sin ningún lugar a dudas graves enfrentamientos con el búnker del Clínico. Se prevén dificultades también para erradicar la corrupción en facultades con larga tradición de actividades extrauniversitarias del profesorado (Derecho, Farmacia).

La plena regularización de las dedicaciones del profesorado serán objeto de estudio. LL. P.

A l'Autònoma, un parell d'Adjunts no numeraris varen denunciar el seu catedràtic al jutjat per estafa laboral. Tan sols gràcies al Rector Laporte varen poder retrassar el seu acomiadament un parell d'anys. L'atreviment de la denúncia va aixecar ampolles en els altres numeraris, antics detractors "discrets" del denunciat.

Aquestes reaccions són precisament les que fan dubtar de la justificació del poder absolut dels catedràtics: es justifiquen per la "rectitud" o el "bé de la Ciència", però no s'escandalitzen si per fer un mal ús de tal poder es segueix precisament tot el contrari. Lamentable.

Un vell catedràtic de Filosofia em va comentar que, quan, abans de la guerra, era "aspirant a Ajudant", ell donava les classes de l'Ajudant, aquest les de més amunt, etc. La situació avui a moltes facultats no és molt diferent, i sembla corrent que els catedràtics dedicats a la política o a professions "lliberals" facin treballar els seus protegits en el seu lloc.

Així, doncs, a la Universitat té llarga tradició el treballar per fer "la pilota", i no per augmentar la cultura ni per servir una societat a la que, de fet, n'és paràssita.

Un exemple còmic és el d'un catedràtic que en tot el curs tan sols va anar a donar classe a la facultat un sol dia, i encara va parlar només de futbol i el varen fer...Ministre de Treball !!

Es evident que la Universitat consisteix en una escala jeràrquica que -corrupta o no, segons facultats-, es basa en conceptes inaplicables que donen lloc a la inoperància, l'opressió i l'oportunisme

Cal adaptar les regles del joc a la realitat, però també és important la qualitat ètica, cultural i professional de les persones que es queden aquí. L'eliminació dels catedràtics no suposa la solució automàtica dels problemes. Aquesta idea es fonamenta en una anàlisi històrica de la situació i s'alimenta dels tòpics que circulen. Que llur desconeixement de la realitat i llurs incoherències desaconsellin confiar-les l'exercici absolut del poder, no vol dir que aquells que els substitueixen no puguin ser molt pitjors. Jo sóc més partidari del diàleg que del sectarisme.

# passadissos

El propassat 15 de novembre vam celebrar el dia del nostre estimat, lloat i mai prou ponderat patró, un tal Sant Albert del qual no coneixem gairebé res. (1) La identitat d'un poble es manté gràcies a les seves tradicions. Nosaltres també. Des dels temps en què el Dr. Vidal va començar la carrera, aquesta diada ha suposat la culminació de les relacions internes a casa nostra. És per això que una de les més antigues tradicions és l'enfrontament futbolístic professors-alumnes. Evidentment, aquest any, l'àrbitre, el D. de Química, estava comprat. Qui té el poder adquisitiu per fer aquestes coses?

Però, què seria una festa sense cinema? Doncs també n'hi va haver. Va estar bé, però què voleu que us digui, no va ser res de l'altre món. (La secció femenina n'hagués preferit una d'en Paul Newman i la masculina una S. Ja veieu què va sortir...)

Sobre totes les coses, i per damunt de qualsevol altra: el dinar de germanor. Com tots sabeu (tres o quatre), l'organització del dinar és alternativa entre professor(s) i alumnes (un any un, l'altre any l'altre...). Aquest any, l'havien de dur a terme el(s) profes-sor(s), per la qual cosa van anar al SEU a demanar pressupost. Gran va ser llur sorpresa en adonar-se que els preus eren, en molt, inferiors al nostre Bar (per cert, han pujat molt els preus del bar darrerament, oi? Aviat haurem d'anar al "Princesa Sofia"...)

Bé, va començar el dinar amb un cert retard sobre l'hora establerta. Normal. El nombre de gent va superar totes les prediccions i, és clar, van mancar tickets. (Per cert, quins tickets!! Us vàreu fixar quina repelència retòrica posseïen? Qui devien ser els babaus que els van fer?) Ens hem assabentat que el Dr. Molina ha rebut una efusiva felicitació del Departament de Salut Pública de la Generalitat per la seva particular forma de repartir les truites. Moltes felicitats!! Al començament, el comportament va ser admirable. Un altre any, però, haurem de vigilar els petits de la casa. Els haurem de donar Coca-Cola.

En un pla més espiritual, ens van confortar les paraules plenes de concòrdia sobre la concòrdia pronunciades pel D. Dr. P.S. a petició dels milers de "fans" del segon curs. També ells van convidar a xampany rosat (milers d'ampolles) a llurs professors de pràctiques, no sabem bé per quines obscures raons. Però no van ser els únics "pilotes". Els de Quart, engegats per la passió exclamaren: "¡Wagens, Wagens!, ¡J.L., J.L.!".

A l'ensem vam ser testimonis vivents del "veritable esperit del compartir" (epístola de St. Albert 5, 14-28; prefix 973): una forquilla per a tres, un plat per a quatre, un got per a mitja dotzena... Realment cal felicitar l'organització! Aquell dia vam comprovar que els teoremes d'existència i unicitat són contes inventats pels teòrics.

Parlem de la sobretaula. Gran centre d'atracció: Dr. Pons voltat per quantitat d'admiradores. Ara ja sabem què és un forat negre!

Després de les paraules conciliadores, de manera dolcíssima, "a cau d'orella a una xi-

(1): Convoquem, aprofitant l'avinentesa, el primer concurs sobre el tema: "Vida i miracles de Sant Albert, anomenat el Magne". Podeu donar els treballs a qualsevol membre de la redacció.

cota rossa", el D. Dr. P.S. va murmurar: "Ja ho netejareu vosaltres (2), oi?". Tots dos van desaparèixer.

I va arribar la gran hora. I es va fer el no-res, la tenebra. "Negres núvols planaven sobre llurs testes". Era el moment culminant de la neteja. El(s) professor(s) -organitzadors- van marxar sobtadament a fer recerca... sobre la millor manera de guanyar a la boti farra (3).

Encara gràcies que en aquesta casa n'hi ha uns quants que es dediquen a netejar el que no els pertoca. La nostra fervent admiració i el nostre agraïment des d'aquestes pàgines. Fonts ben informades ens han assegurat que, per l'any vinent, ja estan estudiant la possible instal·lació de desguasos a les taules.

Per a la realització de tan brillant acte vam comptar amb l'adhesió de les organitzacions i personalitats següents:

- Societat gastronòmica: "!tagüeno, tú!";
- Agrupació de filòsofs tomistes;
- 7è. de Cavalleria (Secció històrica);
- Agrupació neofisista pro-regeneració de proveristes empenedits;
- Agrupació neoproverista pro-regeneració de proveristes empenedits;
- Sr. N'Albert Magne

i les signatures de 100.000 intel·lectuals compromesos.

#### ELS AUTORS

Ep! No pleguem, preguem.

PREGÀRIES A SANT ALBERT

(Per a ser llegides abans de les classes).

Després de cada petició, responguem AMÉN.

- Preguem perquè conservis la salut al Sr. J.M. Parra i al Dr. Elizalde, i així permetràs que perduri, fins al final dels temps, l'assignatura de Mètodes Matemàtics II. AMÉN.

- Recorda St. Albert, que els teòrics també estan sota la teva protecció. Fes-los grans en nombre i saviesa (però controla'ls els fums!). AMÉN.

- Preguem també per la coordinació en els actes d'aquesta facultat. Que no es tornin a repetir fets com aquest: el Dr. P. Seglar va "programar" una conferència sobre l'últim Premi Nobel de Física just (quina casualitat!) el mateix dia i a la mateixa hora -a la mateixa

(2): Llegeixi's: els altres.

(3): Conegut joc de cartes, amb molt èxit en aquesta facultat.

 UNIVERSITAT DE BARCELONA

aula hauria estat massa- en que n'havia estat anunciada (dies enrera) una sobre Astronomia a càrrec de la Dra. Jascheck del Centre de dades Estelars de Strasbourg. AMÉN.

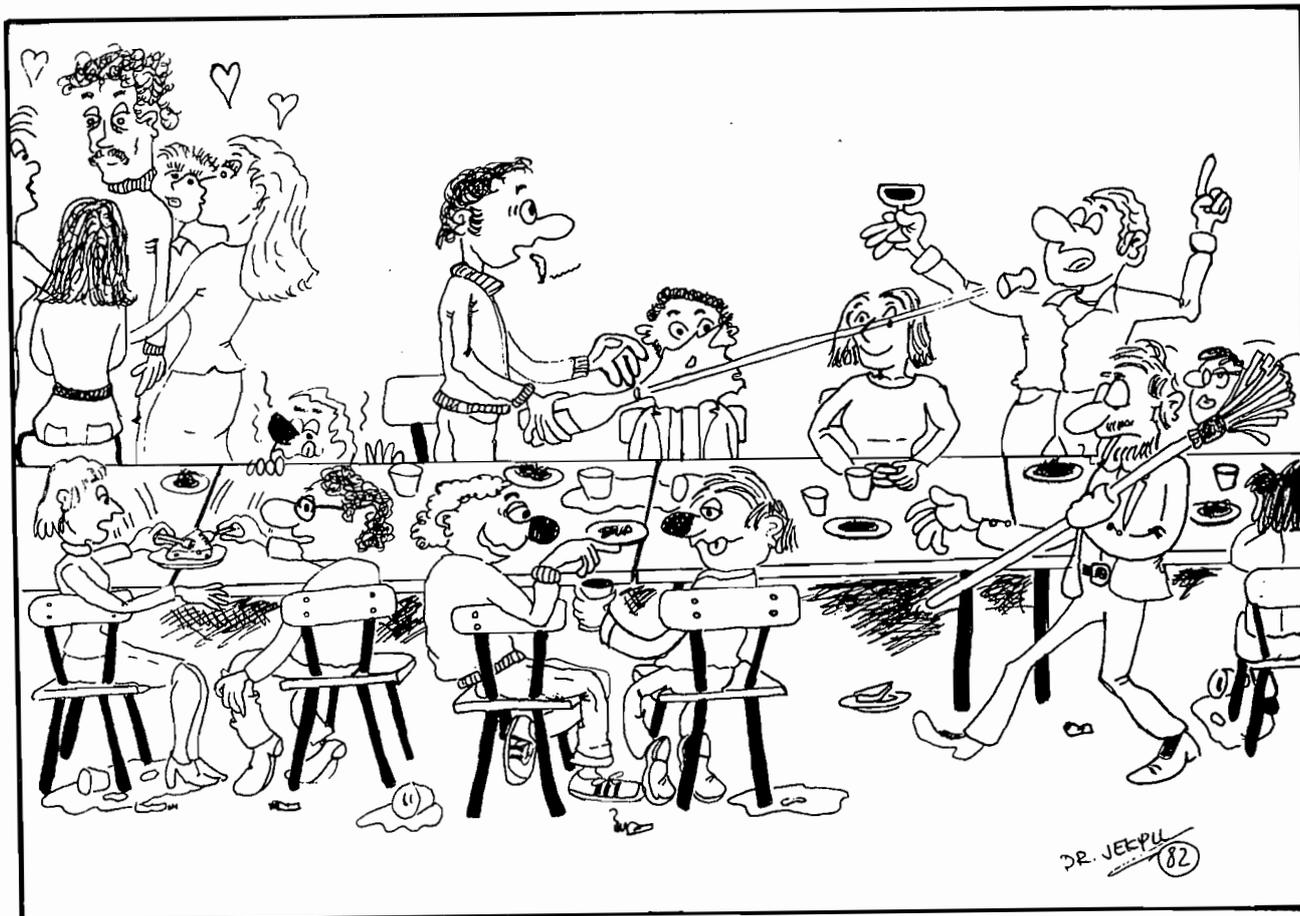
-Tu que desinteressadament has ofert les almoines de tot aquest curs per la millora de l'Obra (Confraria d'Estudians Retirats Naturistes), fes-nos generosos i impulsa'ns a seguir el teu model. AMÉN.

- Preguem Sant Patró, perquè retinguis les aigües del Cel quan canti la Coral. Recorda les últimes inundacions... AMÉN.

- Preguem per aquests moments de "canvi" general. Que el futur gran sacerdot sigui humil i no se "senti cridat" a la infalibilitat. AMÉN.

#### ANEXE (POSTDATA)

Davant els nombrosos comentaris i suggerències fets per molta gent d'aquesta casa, en-  
cetem una secció de recerca. El nostre primer objecte d'investigació serà el Dr. Tarrach:  
"Quina és la seva edat?". Donada la dificultat, s'admet un error de  $\pm 10$  anys.



# CINE EN LA FACULTAD

Empieza un nuevo curso y con ello empezamos un nuevo ciclo de películas. Puede ser que todavía quede alguno que se pregunte: ¿ Por qué hay que pasar películas en una Facultad de Física? Contaré una anécdota: Niels Bohr era un amante incondicional de las películas del Oeste. Después de un agotador día de trabajo cogía a sus alumnos y juntos iban al cine. Por unas horas pasaban de preocuparse por la nascente teoría cuántica a interesarse por si el sheriff acababa con el malo o por si iba a llegar la caballería en el momento oportuno.

Esta deliciosa anécdota ilustra un hecho. No estamos sólo en la Facultad para aprender un montón de fórmulas, hemos de hacer una serie de actividades culturales paralelas y entre ellas se encuentra ver cine.

Algunos de los que así pensamos nos encargamos de llevar adelante este proyecto y lo primero que hacemos es reunirnos y elaborar un programa. Delicada tarea que necesita de unos criterios claros. Y los nuestros lo son, o al menos se aproximan. Uno de ellos es pasar cintas significativas de los más grandes realizadores de cine; otro sería el marcarse unos determinados géneros (aunque a mí personalmente no me guste archivar las películas por géneros) y, por último, pasar películas actuales, filmadas en los últimos años. Así hemos elaborado un programa en el que hay películas que abarcan el más amplio espectro posible de preferencias y cuyo nexo común es el de su calidad artística.

Pasaremos desde el clásico western al terror espacial, haciendo incursiones en el suspense, el humor y el género policíaco. En fin, ahí va ese programa:

- 15-XI-82 M.A.S.H. de Robert Altman
- 1-XII-82 RETORNO AL PASADO de Jacques Tourneur
- 22-XII-82 LA GUERRA DE LOS MUNDOS Byron Haskin
- 12-I-83 RECUERDA de Alfred Hitchcock
- 9-III-83 DOS CABALGAN JUNTOS de John Ford
- 23-III-83 ALIEN, EL 8º PASAJERO de Ridley Scott
- 13-IV-83 TIEMPOS MODERNOS de Charles Chaplin
- 27-IV-83 VIRIDIANA de Luís Buñuel
- 11-V-83 EL TERCER HOMBRE de Carol Reed.

Por si no pudiéramos disponer de alguna de estas películas, tenemos las siguientes en reserva: "La guerra de las Galaxias", "Julia", "El verdugo", "La diligencia" y "Con la muerte en los talones".

Las proyecciones serán los miércoles a las 12 en el Aula 3 y la entrada costará 50 ptas.

Así que, ¡hala! olvidaros por un momento de la Ecuación de Schrödinger o de la "termo" y disfrutad de la magia del Séptimo Arte.

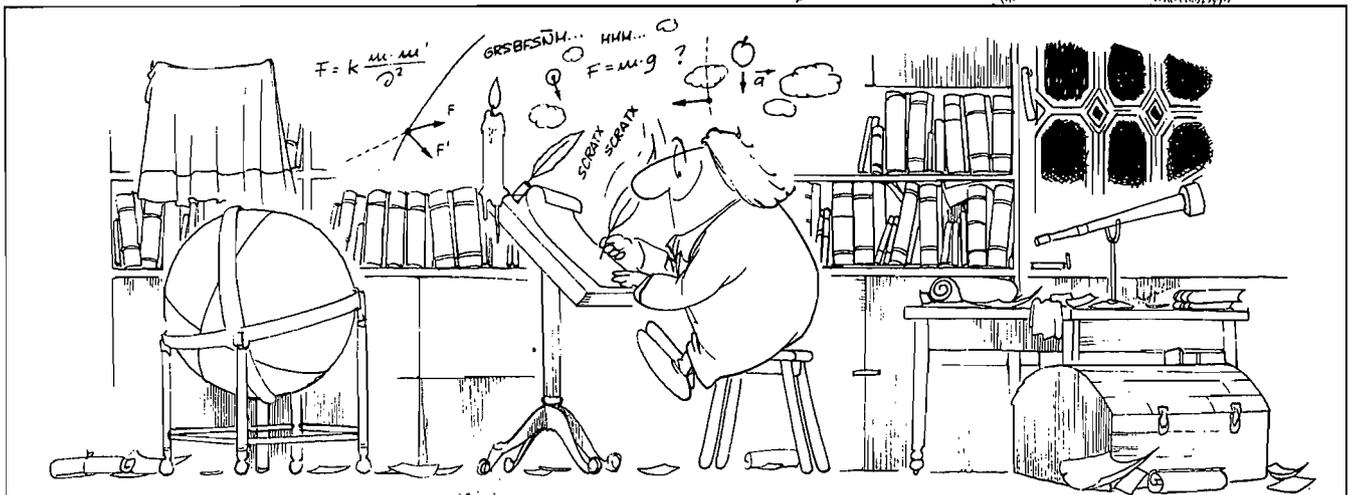
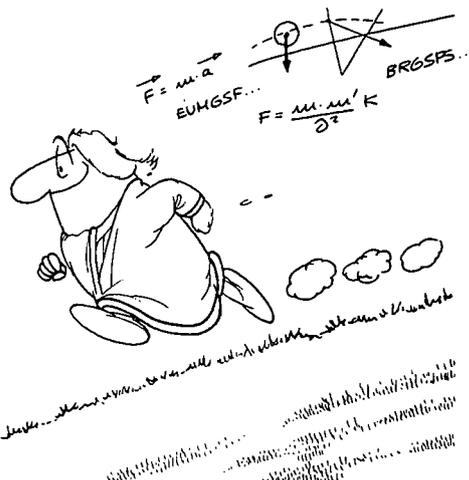
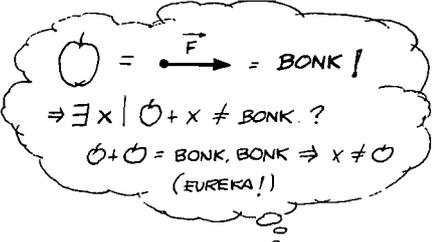
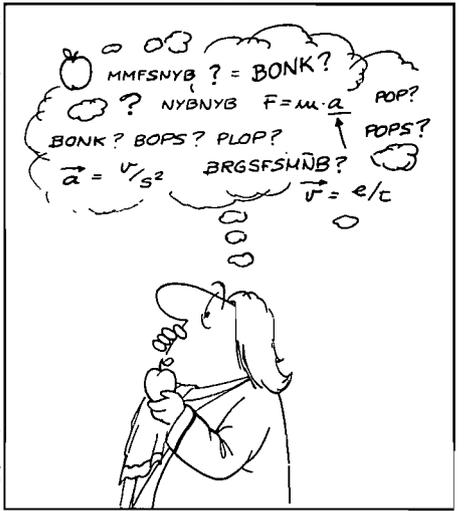
Enrique Alises (4º curso).

PLANTA 8-23

# NEWTON & THE APPLE

(From a recent version of the *Camford-Oxford* Royal University College).

© THE SEU'S CANNONAGE





# quaternions i vectors: una antiga polèmica de la física matemàtica

A començaments del segle XIX va obtenir-se una interpretació geomètrica del producte de quantitats complexes. Amb l'identificació usual d'Argand del complex  $x + iy$  amb el punt de coordenades  $x, y$  d'un pla cartesià el producte d'aquest per un nombre complex de mòdul unitat  $e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$  produïa un nou punt  $x' + iy'$  que era obtingut del  $(x, y)$  mitjançant un gir d'angle  $\theta$ .

L'expressió matricial  $\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$  és del tot equivalent a  $(x' + iy') = e^{i\theta} (x + iy)$ . Amb aquesta interpretació queda clar que la llavors tan discutida unitat imaginària  $i = \sqrt{-1} = e^{i\pi/2}$  podia interpretar-se com l'operador que efectua una rotació de  $\pi/2$  en sentit directe. Avui en dia diem que  $i$  és el generador de les rotacions en el pla euclidià.

Hamilton portava força temps assatjant de trobar un sistema de nombres "hipercomplexes" que permetessin expressar en forma semblant les rotacions en l'espai euclidià tridimensional. Per fi ho aconseguí amb els quaternions, nombres hipercomplexes a quatre components de la forma

$$q = a_0 \mathbf{1} + a_1 \hat{i} + a_2 \hat{j} + a_3 \hat{k}$$

on  $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$  són tres unitats imaginàries diferents que anticommenen i satisfan la taula del producte  $\hat{i}\hat{j} = \hat{k}$   $\hat{j}\hat{k} = \hat{i}$   $\hat{k}\hat{i} = \hat{j}$ . La seva interpretació no és, però la de l'operador de gir d'angle  $\pi/4$  en cadascun dels eixos coordenats. La rotació d'un vector  $v = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$  mitjançant un gir d'eix  $\hat{u} = (n_1, n_2, n_3)$  i angle  $\theta$  s'aconsegueix ara amb el producte de tres quaternions següent  $v' = q v q^*$  amb

$$q = \cos\theta/2 \mathbf{1} + \sin\theta/2 (n_1 \hat{i} + n_2 \hat{j} + n_3 \hat{k})$$

$$q^* = \cos\theta/2 \mathbf{1} - \sin\theta/2 (n_1 \hat{i} + n_2 \hat{j} + n_3 \hat{k})$$

$$q q^* = \mathbf{1}$$

Encara que de bon principi pugui semblar força embolicat realitzar un producte de tres quaternions, en realitat no ho és gens ja que si representem un quaternió de la forma  $\alpha \mathbf{1} + a_1 \hat{i} + a_2 \hat{j} + a_3 \hat{k}$  en la notació "vectorial" simbòlica  $\begin{bmatrix} \alpha \\ a \end{bmatrix}$ , el producte de dos quaternions és, senzillament

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha\beta - a \cdot b \\ \alpha b + \beta a + a \times b \end{bmatrix}$$

i, per tant, la rotació abans indicada s'efectua en la forma

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} 0 \\ v' \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \cos \theta/2 \\ \sin \theta/2 \hat{n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ v \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta/2 \\ -\sin \theta/2 \hat{n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta/2 \\ \sin \theta/2 \hat{n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sin \theta/2 v \cdot \hat{n} \\ \cos \theta/2 v - \sin \theta/2 v \times \hat{n} \end{bmatrix} = \\ & \begin{bmatrix} 0 \\ \cos^2 \theta/2 v - \cos \theta/2 \sin \theta/2 v \times \hat{n} + \sin^2 \theta/2 (v \cdot \hat{n}) \hat{n} + \sin \theta/2 \cos \theta/2 \hat{n} \times v - \sin^2 \theta/2 \hat{n} \times (v \times \hat{n}) \end{bmatrix} \\ & \begin{bmatrix} 0 \\ (\cos^2 \theta/2 - \sin^2 \theta/2) v + 2 \sin \theta/2 \cos \theta/2 \hat{n} \times v + 2 \sin^2 \theta/2 (v \cdot \hat{n}) \hat{n} \end{bmatrix} = \\ & \begin{bmatrix} 0 \\ \cos \theta v + (1 - \cos \theta) (v \cdot \hat{n}) \hat{n} + \sin \theta \hat{n} \times v \end{bmatrix} \end{aligned}$$

que és l'expressió usual per a les rotacions tridimensionals. El principal avantatge dels quaternions pel que fa a les rotacions és, però, la facilitat amb què es realitza la composició. Així, el quaternió que caracteritza la composició successiva de dues rotacions és

$$Q_3 = Q_2 \circ Q_1 = \begin{bmatrix} \cos \theta_2/2 \\ \sin \theta_2/2 \hat{n}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta_1/2 \\ \sin \theta_1/2 \hat{n}_1 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} \cos \theta_2/2 \cos \theta_1/2 - \sin \theta_2/2 \sin \theta_1/2 \hat{n}_1 \cdot \hat{n}_2 \\ \cos \theta_2/2 \sin \theta_1/2 \hat{n}_1 + \cos \theta_1/2 \sin \theta_2/2 \hat{n}_2 + \sin \theta_2/2 \sin \theta_1/2 \hat{n}_2 \times \hat{n}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta/2 \\ \sin \theta/2 \hat{n}_3 \end{bmatrix}$$

La direcció de la nova rotació està indicada per la part vectorial del producte resultant i la magnitud de l'angle fàcilment obtenible a partir de la part escalar. Sense l'ús dels quaternions, aquesta senzilla llei de composició requereix la introducció de la dita representació de spin 1/2 del grup de rotacions, estructura matemàtica de notable complexitat.

A les darreries del segle passat, Gibbs i Heaviside d'una banda i Taït per una altra defensaven respectivament les excel·lències d'una formulació de la física en base al càlcul vectorial que avui coneixem o en base als quaternions. El desconeixement que avui en dia existeix en bona part dels físics pel que fa als quaternions ens mostra clarament el resultat d'aquesta incruenta batalla científica. Les raons essencials per a defensar una o altra posició foren:

- a) En contra dels quaternions cal argüir que hi ha quantitats com el vector posició, la velocitat, etc que són purs vectors. Per tant, és incòmode arrossegat la notació quadridimensional dels quaternions en tractar aquestes quantitats, tal i com hem vist en el càlcul de la rotació. A més a més, en la física apareixen bé els productes escalars, bé els productes vectorials, però no necessàriament han d'apa-

rèixer sempre associats com suggereix el producte quaterniònic.

b) En favor dels quaternions i del seu producte cal argüir essencialment el caràcter associatiu d'aquest, propietat matemàticament molt desitjable i de la qual no gaudeix el producte vectorial usual.

Com pensem "molts", el judici desfavorable dictat contra els quaternions per la col·lectivitat de físics de les darreries del segle passat, havia d'haver-se modificat a la llum de les troballes de la física del segle XX. En primer lloc, la relativitat atorgà una quarta component a la immensa majoria dels vectors de la física clàssica i de fet, Silbertein formulà la relativitat i l'electromagnetisme en termes quaterniònics com una alternativa vàlida en front a la introducció de l'espai-temps de Minkowski. Més important però, és l'aparició del spin en la Mecànica Quàntica, amb la irrupció de les inevitables (?) matrius de Pauli. De fet l'àlgebra de les matrius de Pauli és idèntica a la de les unitats quaterniòniques procedint a la identificació

$$1 \leftrightarrow \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{aligned} \mathbf{i} &\leftrightarrow -i \sigma_x \\ \mathbf{j} &\leftrightarrow -i \sigma_y \\ \mathbf{k} &\leftrightarrow -i \sigma_z \end{aligned}$$

amb la qual, l'operador de rotació d'eix  $\hat{n}$  i angle  $\theta$  en la representació de spin 1/2 tan usual en Mecànica Quàntica:  $U_{(\hat{n}, \theta)} = e^{-i\vec{\sigma} \cdot \hat{n} \theta/2}$

passa a ésser  $e^{\theta/2} (n_x \mathbf{i} + n_y \mathbf{j} + n_z \mathbf{k}) \equiv \cos \theta/2 \cdot 1 + \sin \theta/2 (n_x \mathbf{i} + n_y \mathbf{j} + n_z \mathbf{k})$   
=q

fent-nos veure que  $U_{\hat{n}, \theta}$  no és més que una representació matricial 2x2 del corresponent quaterniò. I més important, que el "versor" unitari

$$n_1 \mathbf{i} + n_2 \mathbf{j} + n_3 \mathbf{k} = -i\vec{\sigma} \cdot \hat{n}$$

és una representació matricial complexa 2x2 del generador de les rotacions al voltant de l'eix  $\hat{n}$ , en completa analogia amb la interpretació de la unitat imaginària com a generador de les rotacions en el pla (x,y). Obtenim, doncs, sense necessitat de recórrer a més sofisticades construccions matemàtiques la correcta interpretació dels "versors" unitaris de l'àlgebra de Pauli.

Josep M. Parra

# EL GRUPO DE RENORMALIZACION

Y LO POCO NORMALES QUE SON ALGUNAS TRANSICIONES DE FASE. (1)

Permitidme que empiece citando una frase del propio Kenneth G. Wilson ("K.G.", como lo llamábamos mis compañeros de promoción y yo):

"De las propiedades de la Naturaleza, una de las más prominentes es la gran diversidad de tamaños o escalas de longitud en la estructura del mundo. Un oceano, por ejemplo, tiene corrientes que se mantienen durante miles de kilómetros y mareas que implican a todo el globo; el tamaño de sus olas puede oscilar desde menos de un centímetro a varios metros. Para una resolución más fina, debe considerarse el agua del mar como un agregado de moléculas cuya escala de longitud característica es aproximadamente  $10^{-8}$  centímetros. De la estructura menor a la mayor hay un abanico de unos diecisiete órdenes de magnitud."

"En general, los sucesos que se diferencian por una gran disparidad de tamaño tienen poca influencia mutua; no hay nada en común entre ellos, y, por tanto, los fenómenos asociados con cada escala pueden tratarse independientemente. La interacción entre dos moléculas de agua vecinas es la misma si las moléculas están en el Oceano Pacífico o si están en una taza de té. E igualmente importante es que una ola del oceano pueda describirse con bastante precisión como una perturbación de un fluido continuo, sin atender en absoluto a la estructura molecular del líquido. El éxito de casi todas las teorías usuales en Física se basa en aislar un rango limitado de escalas de longitud. Si, en las ecuaciones de la hidrodinámica, hubiera que especificar el movimiento de cada molécula de agua, no se alcanzaría, con los medios de que dispone la ciencia hoy, ninguna teoría sobre la dinámica de las olas en el oceano."

"Pero existe una clase de fenómenos en cuya explicación concurren, con igual importancia, sucesos de muchas escalas de longitud." Vamos pues a tratar de analizar uno de ellos, quizá no de los más conocidos, pero de gran importancia para los habitantes de un cierto planeta como veréis a continuación. Este planeta está habitado por seres humanos de raza blanca y de raza negra, están obligados a convivir en las mismas ciudades pero, no sabemos por qué, son ferozmente racistas: su primera preocupación es estar rodeados de compañeros de su misma raza.

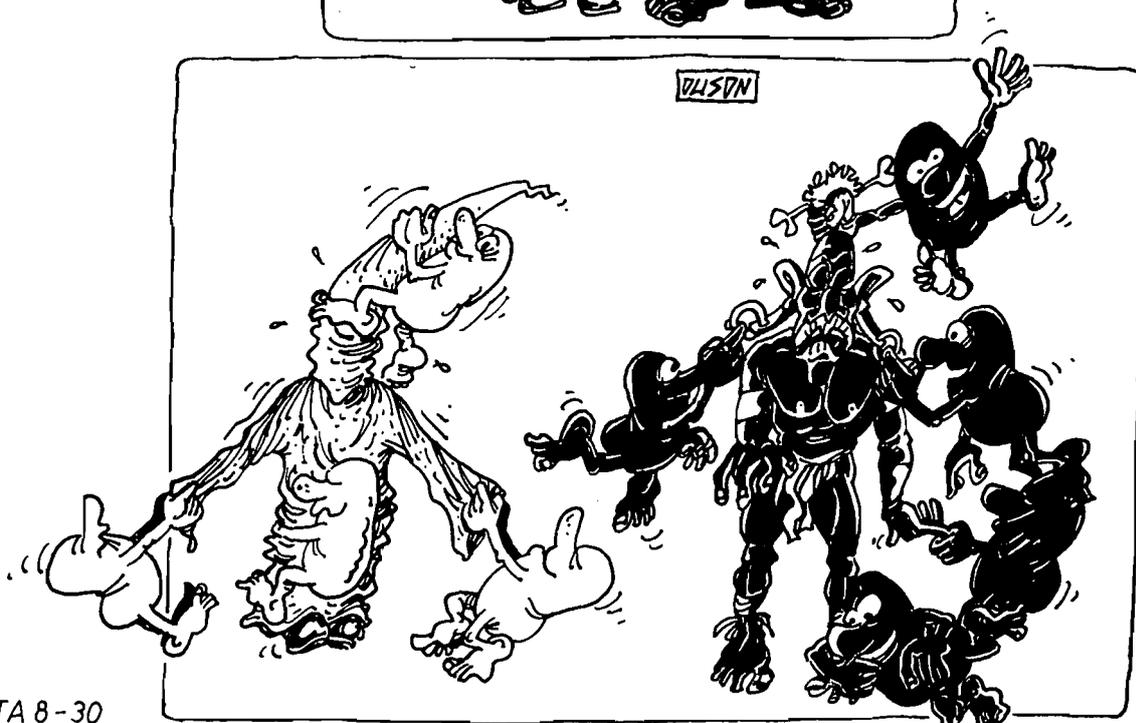
Nos ocuparemos aquí de lo que ocurre en una gran concentración (digamos, por ejemplo, cualquier espectáculo en un enorme campo de fútbol) donde, claro, tienen acceso tanto los negros como los blancos. Tal como suele suceder en estos casos el campo (cesped incluido) está totalmente abarrotado y aún ha quedado gente fuera haciendo cola. (Para evitar problemas extra fuera del estadio hay dos colas separadas: una para blancos y otra para negros, controladas por acomodadores extraordinariamente inteligentes como más adelante tendremos ocasión de ver). Resumiendo la situación, tenemos el interior del estadio lleno hasta los topes de negros y blancos -que, recordad, son tremendamente racistas- y dos largas colas en el exterior esperando la más mínima oportunidad para entrar. Obviamente hay mucha más gente en las colas de la que podrá finalmente entrar pero ya sabéis la fascinación que los humanos sentimos por las colas.

Ocupémonos ahora un momento de lo que ocurre en el interior del campo. Como ya se podía muy bien preveer el ambiente reinante no es excesivamente pacífico puesto que cada negro trata de rodearse afanosamente de otros negros y análogamente están haciendo los blancos. El mecanismo es muy sencillo de imaginar: cada uno usa sus brazos para aferrarse a personas de su misma raza y así evitar el contacto y la presencia de seres de la raza opuesta. Los detalles concretos veremos que no tienen mucha relevancia pero hay uno que sí merece la pena que lo tengamos en cuenta y al que bautizaremos con la frase: "la interacción es de corto alcance". Obviamente esto quiere decir que cada persona puede agarrar físicamente sólo a los compañeros que tiene en su vecindad inmediata (todos hemos estado alguna vez en una aglomeración de gente y sabemos lo difícil que es, incluso, no separarse de los que tenemos a nuestro lado, así que ni pensar en agarrar a alguien que esté lejos).

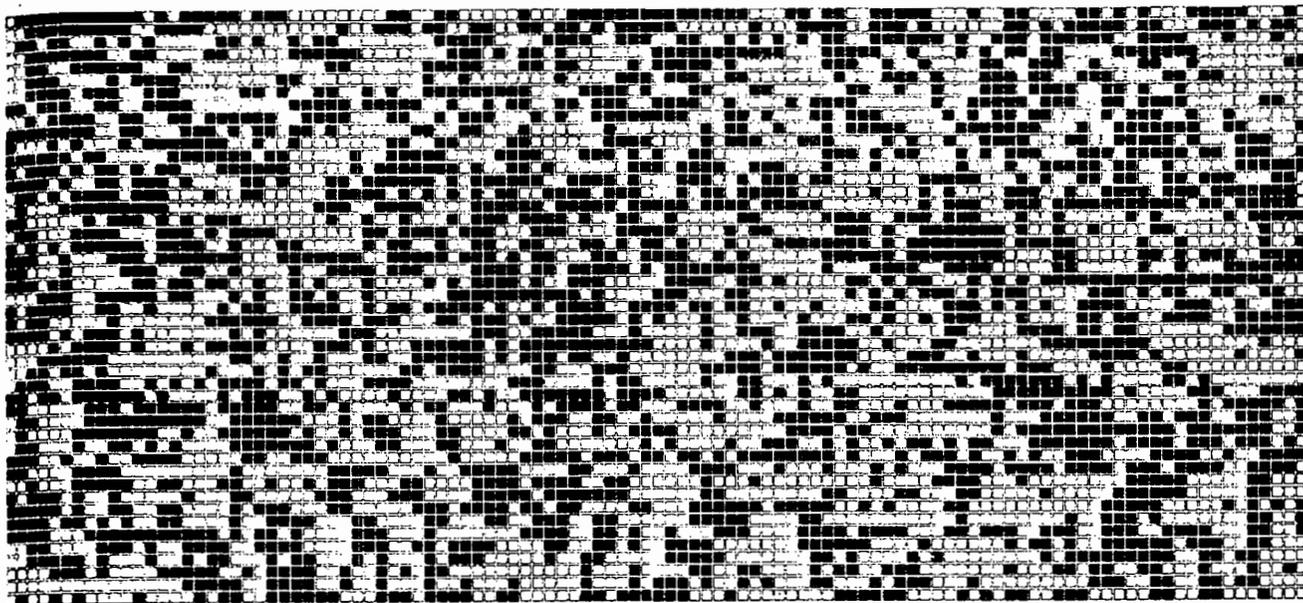
Hay también un aspecto curioso que merece la pena mencionar. Aunque cada persona sólo ejerza influencia directa sobre sus vecinos inmediatos, estos tratarán de hacer lo propio, y análogamente los

terceros. De este esfuerzo coordinado surgirán zonas del campo en que sólo haya miembros de una sólo raza con lo que acabaría el movimiento caótico y podría empezar apaciblemente el espectáculo (por cierto, ¿véis ahora lo que es un "fenómeno cooperativo"?; es como si el deseo que tiene cada individuo de estar rodeado sólo de gente de su misma raza surtiera efecto a distancias mayores de las que cada uno puede directamente controlar. Y ello ocurre, y nunca mejor dicho, gracias a la "cooperación" de sus compañeros de raza).

Nos falta todavía un factor más para poder empezar a estudiar en serio lo que ocurre sobre el cespéd. Si sólo tuviéramos en cuenta la interacción, después de un cierto tiempo habría una total segregación entre blancos y negros y ya no ocurriría nada más. Pero es que todavía no hemos contado toda la verdad. Todo el mundo que ha asistido a una gran concentración sabe que está sometido a múltiples influencias que normalmente, además, acaban por irritarnos: empujones, súbitos movimientos de mucha gente, personas que hacían cola e intentan entrar de cualquier forma, viejos amigos que se encuentran y están en lados opuestos del campo ... y todo un sinfín de perturbaciones que van en aumento con el calor reinante, con el nerviosismo de los espectadores o con los niveles de misticismo que el espectáculo pueda originar. A todos estos efectos los englobaremos bajo el nombre de "agitación térmica" aunque sólo sea porque cuanto más frío hace más quieta suele estar la gente y viceversa. La manera natural de medir la agitación térmica es, desde luego, la temperatura: a mayor temperatura, mayor agitación térmica y viceversa.



Está claro que la "agitación térmica" producirá efectos contrarios a la "interacción": cuando uno de nuestros seres blancos haya conseguido enlazarse con otro blanco, un empujón puede hacer que se suelte bruscamente y sea además proyectado sobre otro grupo de personas. El insistirá en agarrarse de nuevo y puede que, a veces, lo consiga antes de que vuelva a ser desplazado violentamente. Desgraciadamente, ahora ya no hay lugar para una estructura tan ordenada (negros a un lado, blancos a otro) tal como la que habíamos imaginado antes. El aspecto del campo será bastante caótico como puede verse en una foto que hemos tomado desde el aire.



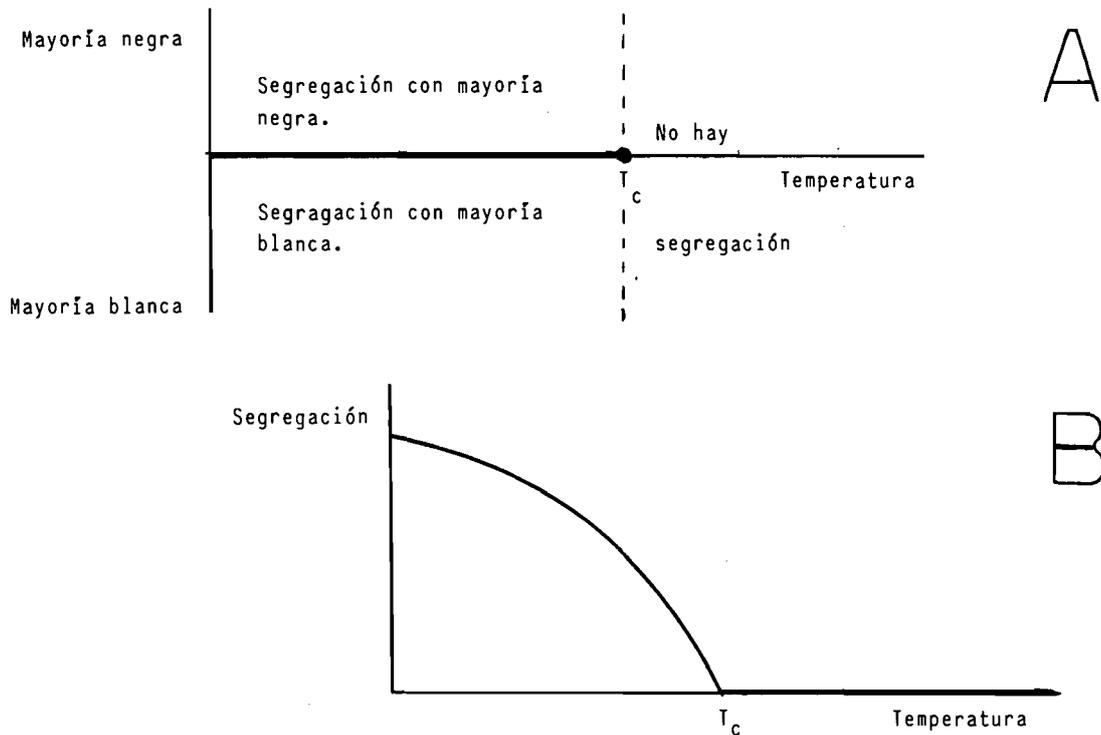
Cualitativamente es fácil entender qué ocurrirá cuando la temperatura sea o bien alta o bien baja. A temperaturas altas los empujones y desplazamientos a que mutuamente se someterán los espectadores harán muy difícil la formación de grupos grandes y estables de personas de la misma raza. Entre tanto empujón es muy difícil agarrar a algún compañero durante, aunque eso fuera, un pequeño rato. En estas condiciones pocos grupos homogéneos -y muy pequeños- podrán formarse y, además, serán rotos a empujones poco después. Es como si, en estas condiciones, unos y otros no acertaran a reconocer a las personas de su misma raza (este hecho no es nada extraño como bien puede recordar cualquiera que lo haya experimentado personalmente, ¡es realmente difícil no perder de vista a la gente que en un momento determinado teníamos a nuestro alrededor!). En el lenguaje de transiciones de fase, y por motivos obvios, diremos que cuando se produzca esta situación nos hallamos en la fase desordenada.

Por el contrario cuando haga un cierto frío los empujones habrán disminuido en número y por tanto cada una de las personas podrá estar bastante tiempo seguido tranquila. Así que, de manera natural, se irán agrupando los individuos por razas y formarán bloques relativamente grandes y estables. Está claro que no se llegará a una situación realmente estable puesto que los empujones y movimientos de masas no habrán cesado, pero sí que observaremos un mapa menos caótico que en la situación precedente. Por contraposición llamaremos a ésta la fase ordenada.

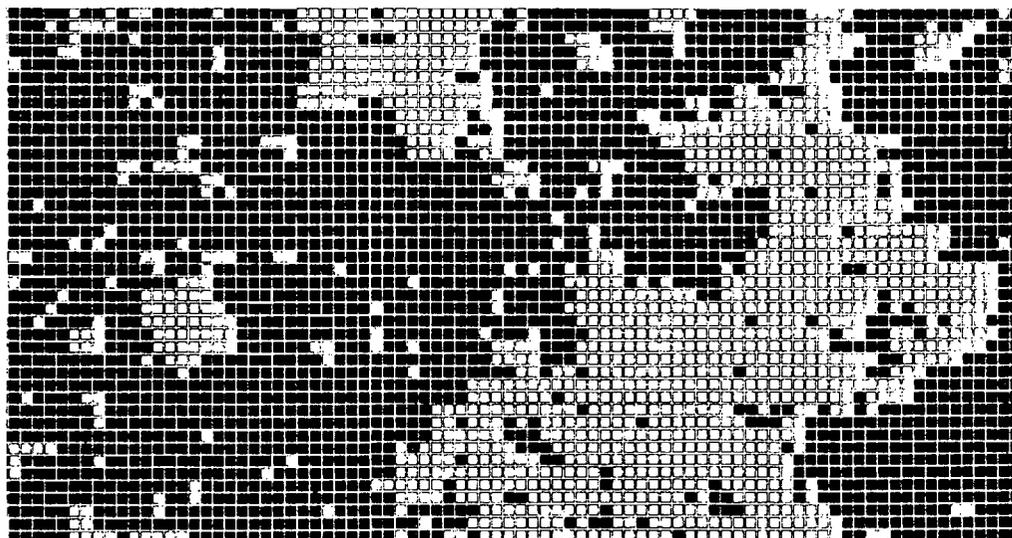
Estamos ya en condiciones de precisar cuál va a ser la transición de fase que va a aparecer en este sistema tan peculiar. Tal como su nombre indica, lo que pretendemos hacer es ver cómo y cuándo el sistema pasa de su estado que llamamos caótico o desordenado al estado ordenado. Recordad que una era la fase ordenada y la otra la desordenada. Por tanto, nunca mejor dicho, estamos interesados en ver si hay una transición de fase. Dicho de otra manera, queremos saber, fijada por ejemplo la temperatura ambiente, si encontraremos al sistema en una fase u otra. Esto, que quizá a vosotros os interese poco, es muy importante para una compañía de venta de refrescos que tiene toda una legión de vendedores dispuesta para entrar en el césped. Como siempre, hay también aquí un pequeño problema y es que blancos y negros toman bebidas completamente diferentes, así que cada vendedor que se ha de ocupar de una zona relativamente grande de campo debe saber, cuando menos aproximadamente, la fracción de negros o blancos que puede encontrar allí. De otro modo deberán hacer continuos viajes para aprovisionarse con la consiguiente pérdida en el negocio. Supongo que me permitiréis poner una máscara a los vendedores de manera que no se sepa si son blancos o negros -así no se verán involucrados en el jaleo-. Así pues, la magnitud que interesa al geren-

te de dicha empresa, si es posible conocerla, es si existe segregación racial o bien un completo desorden una vez que, antes de que los vendedores entren en el terreno, haya consultado el termómetro y conozca la temperatura.

La misma empresa de refrescos ya ha hecho unos estudios preliminares sobre el comportamiento del sistema y en verdad que ha encontrado unos resultados sorprendentes: por encima de una cierta temperatura hay un completo desorden en el campo sin que haya zonas claramente ocupadas por blancos o por negros y ello a pesar de que los acomodadores varíen el número total de negros y blancos presentes en el interior del estadio. Es extraordinariamente curioso pero, manteniéndonos dentro de un dominio de proporciones relativas entre un conjunto y el otro, no es posible distinguir grandes bloques de ninguna de las dos razas. En cambio, por debajo de esta temperatura hay un cambio cualitativo en el comportamiento del sistema: aparece la segregación entre ambas razas. Esta segregación no es, sin embargo, completa porque sigue existiendo la agitación térmica; por tanto, en el dominio de mayoría negra seguirá habiendo blancos tratando de agruparse y viceversa. Estos hechos han sido representados en los dos gráficos siguientes:



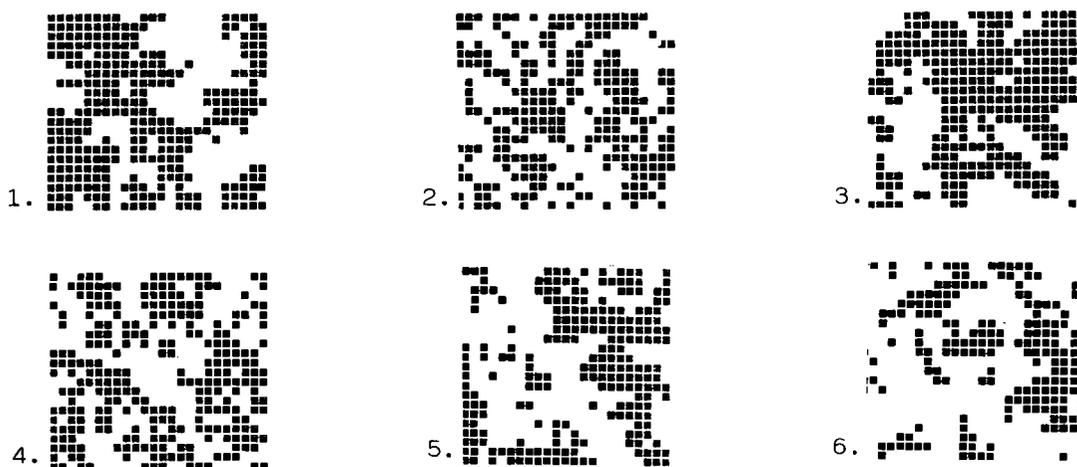
En el gráfico A vemos que para temperaturas menores que  $T_c$ , si hay mayoría de negros en total (corresponde a la parte de arriba del eje de ordenadas) tendremos bloques diferenciados de negros y blancos pero donde habrá, en conjunto en todo el campo, abrumadora mayoría negra (claro, ¡son más!). Y viceversa, si en total hay más blancos que negros estaremos en la parte de abajo de la gráfica y los bloques más importantes son de blancos. Lo curioso es, como veíamos, que por encima de esa temperatura no hay tales bloques por más que los blancos o los negros estén en mayoría. Hay un completo desorden y algarrabía sobre el césped, todos están mezclados (alguien poco respetuoso podría decir que el calor y la borra chera han hecho superar las barreras raciales y ahora todos juntos disfrutan del espectáculo). Fijaros que a la temperatura  $T_c$  ha habido, no un cambio cuantitativo en cuanto, por ejemplo, a proporción de unos y otros, sino un cambio cualitativo en las propiedades del sistema (siempre es mucho más fácil interpretar los cambios de cantidad en un sistema que los cambios en cualidad): antes de  $T_c$  hay segregación, después ya no la hay. Algo muy grave y trascendente debe ocurrir a esa temperatura para que los habitantes del planeta pierdan la habilidad de agruparse de acuerdo con su raza. Y como esto es extraordinariamente crítico para su sociedad, a esta temperatura la llamaremos temperatura crítica. En el gráfico B explicamos los mismos hechos de otra manera y es un tipo de gráfica que encontraréis también en muchas otras transiciones de fase: tenemos que una determinada propiedad del sistema es nula por encima de  $T_c$  y aparece "espontáneamente" justamente en la que llamamos temperatura crítica. es como si el sistema supiera que tiene que ordenarse a esa temperatura, es como si a nuestros habitantes el frío les recordara que son racista (nos estamos refiriendo ahora a efectos globales).



Detalle de  
la fase  
ordenada.

A estas alturas, el gerente de la compañía de refrescos tiene una idea bastante clara de lo que sucede en el campo: por encima de  $T_c$  sólo tiene que preguntar a los acomodadores cuál es la cantidad total de blancos y negros que hay en el interior del campo y mandar a cada vendedor con la misma fracción de refrescos indicada por los acomodadores, no importa a qué parte del campo vayan. En cambio, por debajo de la temperatura crítica no sólo les bastará esta información sino que deberían, antes de entrar, observar el estado de las diferentes zonas del campo. A pesar de que dispone de toda esta información, decide emprender un estudio algo más microscópico a fin de conocer mejor las propiedades del sistema y, sobre todo, intentar qué es lo que ocurre cerca del punto crítico.

Descender a un nivel más microscópico quiere decir que nos valos a fijar en zonas más reducidas del campo, que no estudiaremos el comportamiento de toda la colectividad en su conjunto como habíamos hecho hasta ahora (nivel macroscópico le podríamos llamar), pero tampoco quiere decir que vayamos a seguir la trayectoria individual de cada uno de los espectadores. En cada pequeña parcela del campo habrá continuas variaciones en la distribución de personas; recordad que negros y blancos tratan de agruparse pero sufren continuos empujones que hacen, no sólo que no consigan reunirse de manera eficaz, sino que incluso hará que algunos de ellos sean empujados tan violentamente que saldrán de la zona de observación. Tampoco hay que olvidar, claro, que provenientes de otros lugares del campo podrán aparecer blancos o negros adicionales que entrarán a formar parte de nuestra pequeña colectividad. Y, finalmente, puede ocurrir que en medio de todo el barullo alguno de los acomodadores crea ver un lugar libre y traiga al primero de la cola respectiva. Así pues, podemos encontrar, por ejemplo, un grupo predominante de blancos que más tarde se descompone, que aparezcan grupos de negros en su interior en movimiento continuo, que el grupo de negros se haga a continuación mayoritario, etc., etc. En resumen veremos toda una dinámica con una respetable velocidad de cambio y es justamente lo que muestra la sucesión de fotografías que hemos tomado de la zona en cuestión.



Y fijaros que todo este desorden microscópico existirá siempre independientemente de cuál sea la situación global del sistema (fase ordenada o desordenada). Para darle a este continuo campo en la situación de pequeñas partes del campo le llamaremos "fluctuaciones" (simplemente porque el sistema de esas zonas "fluctua"). Pero aunque existan fluctuaciones locales a todas las temperaturas, su importancia viene determinada por el estado global del sistema. O mejor, el estado global del campo depende de la importancia de las fluctuaciones. Veamos cómo ello es posible.

Si estamos en la fase ordenada (por debajo de la temperatura crítica, allá donde hay segregación) te-

nemos grandes bloques diferenciados de blancos y negros. Sabemos que estos bloques sólo implican una mayoría apreciable de la raza correspondiente, pero en su interior hay elementos de la raza opuesta que juntamente con la agitación térmica y su afán de agruparse darán lugar a fluctuaciones. Dicho de otra manera, lo que desde lejos podría parecer una colonia negra tranquilamente establecida, al acercarnos vemos que constantemente se forman grupos de blancos en su interior de muy diferente tamaño. E incluso de estos grupitos de blancos pueden formarse nuevos grupos de negros y así sucesivamente. Está claro ahora que si estas fluctuaciones tienen éxito se destruiría la situación ordenada existente, pero como estamos por debajo de la temperatura crítica y sabemos que la situación de segregación va a mantenerse, concluimos que todas las fluctuaciones que aparecen están condenadas al fracaso puesto que, excepto un caos momentáneo, en el sistema seguirá perviviendo la segregación.

Por otro lado, por encima de la temperatura crítica puede darse un argumento simétrico al anterior: las fluctuaciones también conducen a formar grupos de diferentes tamaños de personas de la misma raza pero que sólo sobreviven momentáneamente -también están condenadas a desaparecer- puesto que estos pequeños grupos rápidamente se diluirán en la fase desordenada que encontramos por encima de  $T_c$ .

Es curioso pues que estudiando el sistema con más detalle hemos encontrado un fenómeno que parece que rer llevar siempre la contraria al "orden establecido" y como el orden establecido sufre un cambio que hemos llamado cualitativo en  $T_c$ , pues el engendro llamado fluctuaciones también debe sufrir un cambio curioso: en el sistema ordenado está constantemente tratando de desordenarlo, y fracasa; y al revés, en el sistema trata desordenado trata incansablemente de ordenarlo pero tampoco tiene éxito. Así pues, el papel de las fluctuaciones en esta transición sería un poco triste teniendo siempre las de perder pero hay un momento en que las fluctuaciones son la reina del fenómeno; precisamente en el punto crítico las fluctuaciones serán el protagonista que aparece brillantemente en escena. La aparición espontánea de la segregación, ese cambio cualitativo tan drástico que tiene lugar en un punto muy concreto, es consecuencia de que, por una vez, las fluctuaciones consiguen imponerse sobre el "orden establecido macroscópico" y originar una verdadera revolución.

Imaginad que partimos de la fase ordenada, de baja temperatura, donde hay segregación y empezamos a aumentar la temperatura del sistema. Al principio las fluctuaciones serán pequeñas: dentro de los grupos bastante bien definidos se formarán islas del grupo opuesto que serán rápidamente dispersadas para formarse, quizás, a continuación en otro lugar. Pero, claro, al aumentar la temperatura aumentará lo que hemos llamado agitación térmica. Ya no será tan fácil destruir los grupos disidentes puesto que por todos lados dentro de la colonia de negros empezarán a aparecer blancos provenientes de todas las direcciones. Los negros, también víctimas de empujones serán proyectados con mayor violencia dentro de grupos de blancos. Aun así se mantendrá globalmente la situación ordenada pero dentro de cada grupo habrá islotes, subislas, individuos aislados en continuo movimiento. Dicho en otro lenguaje, las fluctuaciones habrán aumentado pero siguen condenadas al fracaso puesto que subsistimos en la fase ordenada.

Pero al seguir aumentando la temperatura y acercarnos al punto crítico lógicamente las fluctuaciones se hacen cada vez más intensas, llegando al final a alcanzar todo el tamaño del estadio: enormes bloques de una raza que súbitamente desaparecen, otros que a su vez contienen grandes bloques de la raza opuesta, y estos a su vez, de los primeros, y así sucesivamente hasta llegar incluso a los mismos individuos que continuamente cambian de lugar. La violencia de las fluctuaciones es tal que tenemos bloques de todos los tamaños constantemente apareciendo y desapareciendo con otros bloques cada vez más internos que corren idéntica suerte. Ya nadie es independiente de nadie: un negro introducido en una esquina del campo puede provocar un cambio en todo el mapa global y afectar incluso a otro hombre que esté en el extremo opuesto. En este momento hemos llegado a la preeminencia total de las fluctuaciones y con ello estamos en la frontera entre el nuevo orden y el viejo, estamos preparados para destruir la segregación. En este momento tenemos en realidad las dos fases presentes que por un momento se han confundido en una sola: momentáneamente creemos ver segregación lo cual nos recuerda a la fase antigua pero rápidamente desaparece -profecía de la nueva fase-. Corta profecía porque de nuevo nos parecerá ver grandes bloques mayoritarios sobre el desorden que impera en otras zonas. Ambas fases luchan por afirmarse en el poder (las respectivas armas son ahora las mismas: las fluctuaciones). Pero lo colosal de esta batalla es que tiene lugar en ¡"todas las escalas de longitud"! Tanto si nos fijamos en el campo entero como en pequeñas zonas veremos las mismas apariciones y desapariciones de bloques -incluso del tamaño de la zona de observación- para desaparecer a continuación. Y no sólo eso sino que persistirán las fluctuaciones de las zonas menores que contribuirán obviamente a las de otras mayores. Lo que ocurre a un simple individuo tiene ahora trascendencia en todo el estado del campo -tal es la sensibilidad del sistema- y viceversa. Todo lo que ocurre en cualquier escala de longitud influencia y es a la vez influenciado por las restantes escalas.

Si aumentamos un poco más la temperatura traspasamos inevitablemente la frontera; el efecto desordenador de la agitación térmica se impone sobre el racismo ordenador y entramos en la fase desordenada donde la distribución -a vista de pájaro- de blancos y negros es homogénea en todo el campo. Claro que si miramos al sistema un poco más de cerca vemos que la situación no se diferencia aún mucho de la que encontramos

en el punto crítico. Subsisten fluctuaciones que ahora intentan -nos parece- recuperar el estado perdido pero que son absolutamente incapaces de prosperar. Los núcleos raciales que se forman son fácilmente destruidos. Y, cuanto más aumente la temperatura y más nos alejemos del punto crítico, mucho menor será su tamaño.

Antes de avanzar en el tema permitidme introducir otra magnitud que nos hará más fácil hablar de fluctuaciones. Sabemos que la interacción que actúa es de corto alcance (digamos lo que "alcanzan" los brazos) pero aun así la influencia que cada individuo puede ejercer es mayor que esa distancia precisamente porque tratamos con un fenómeno cooperativo. Justamente el hecho de que esta distancia de influencia sea mayor que el alcance de la interacción es lo que posibilita la aparición de fluctuaciones (pensad por ejemplo en un grupo de negros dentro de una colectividad blanca en la fase ordenada). Pues bien, a esta distancia de influencia es a lo que corrientemente se le llama longitud de correlación. Normalmente esta longitud es pequeña pero hay algunos momentos relevantes en que no (veremos más adelante la influencia que ello tiene cuando intentemos hacer un estudio profundo y detallado de nuestro sistema). Por ejemplo, cuando el sistema está a muy alta temperatura es casi imposible que un grupo coordinado de la misma raza logre formar un pequeño bloque, aunque sea momentáneamente. Debido al gran desorden causado por la "agitación térmica" es virtualmente imposible ejercer una pequeña influencia sobre los hipotéticos compañeros de raza que se encuentren en los alrededores. Por tanto, allí, la longitud de correlación es extraordinariamente pequeña. Y, aun a pesar de que la interacción sigue existiendo, la agitación térmica hace que los diferentes individuos evolucionen independientemente entre sí.

Entre paréntesis: encontrar el comportamiento de un sistema a alta temperatura es normalmente sencillo puesto que tenemos un conjunto de entes que se mueven independientemente unos de otros y eso es muy fácil de tratar (a todos os habrá acudido a la mente el famoso gas ideal que sabéis que es también un conjunto de partículas que evolucionan independientemente. No es casualidad que todos los gases se comporten como ideales a temperaturas elevadas).

Pensemos ahora, por ejemplo, en el punto crítico. Hemos visto que allí la influencia era extraordinariamente grande (de hecho tan grande como el tamaño del estadio) así que diremos, extrapolando, que la longitud de correlación en el punto crítico es infinita. Y desde el punto crítico al desorden total tenemos obviamente todo el abanico de posibilidades intermedias.

Estamos ya en condiciones de que la compañía de refrescos haga el ataque final para resolver el problema. Ahora ya sabe que lejos del punto crítico va a ser un problema relativamente sencillo pero el gerente ya intuye que al acercarse el sistema a  $T_c$  las cosas se van a ir complicando. Incluso ya ha desesperado de poder vender refrescos cuando el sistema esté justamente en su punto crítico pero sí le gustaría saber qué es lo que debe hacer a todas las demás temperaturas incluso aquellas próximas a  $T_c$ . De todas formas y puesto que el problema le parece suficientemente complicado contrata los servicios de un Físico (que, parece ser, son personas versadas en problemas especialmente difíciles)

La primera idea que podríais tener de cómo resolver este problema podría consistir en averiguar la fuerza neta que actúa sobre cada individuo y, leyes de Newton en mano, tratar de averiguar la posición de cada uno de ellos en función del tiempo. Conocidas todas podríais -pensáis- poder predecir cuántos blancos y cuántos negros hay en función del tiempo en cada lugar del campo. Se me ocurren varias dificultades posibles que encontraríais. Supongamos que os concedo una pequeña ventaja y realmente sabéis que la fuerza entre individuos sólo aparece entre próximos vecinos y además conocéis su expresión exacta. Por un lado tendríais un sistema de ecuaciones diferenciales enorme de resolver, quizá tampoco sabríais como incorporar el efecto de la temperatura en las ecuaciones (puede hacerse, pero pierde entonces sentido hablar de trayectorias en el sentido tradicional de la palabra), tendríais -por decir algo más- un pequeño problema para determinar las condiciones iniciales y tengo mis dudas acerca de si las ecuaciones dinámicas usuales darían el comportamiento correcto para un sistema de muchas partículas (perdón por llamar así a los individuos) interaccionando entre sí. Pero además, y eso en el fondo parece simplificar las cosas, en este tipo de problemas no necesitamos saber quiénes se hallan en una determinada zona sino cuántos de cada raza. Y ello es así porque las propiedades globales no dependen, obviamente de si es uno u otro el que está en la zona estudiada. Ya de entrada os habrá parecido natural que haya hablado de blancos y negros en general sin precisar su nombre de pila. Dicho de otra manera, no necesitamos ni siquiera una información detallada como la que podría suministrar la solución a las ecuaciones de Newton correspondientes.

El problema con que se topa nuestro Físico es que conoce las propiedades microscópicas del sistema desde buen principio (conoce lo que hemos convenido en llamar la interacción) pero necesita un medio que le permita calcular las propiedades macroscópicas: esencialmente si hay o no segregación y cuánta para una determinada temperatura. Podemos también calcular la longitud de correlación en función de la temperatura y así tendremos una idea del tamaño en promedio de los bloques que se forman.

El marco natural para realizar este cálculo es la Mecánica Estadística que, globalmente, podríamos decir que es un conjunto de técnicas que permiten deducir las propiedades macroscópicas de un sistema complejo a partir de las características microscópicas de sus componentes. El porqué de la Mecánica Estadística aparece con claridad en este problema: calcular las propiedades microscópicas es muy sencillo ya que para averiguar si hay o no segregación en una zona del campo basta contar el número de negros allí congregados y el número de blancos y restar ambas cantidades. La dificultad empero estriba en el hecho de que ninguna distribución individual concreta y particular -en un instante determinado- de individuos fijan las propiedades globales, esto es, el estado del público durante todo el espectáculo (Me he olvidado de mencionaros que durante todo el espectáculo la temperatura permanece invariable; ello no quiere decir que microscópicamente nuestro sistema no cambie, todo lo contrario, subsiste toda la microdinámica que hemos comentado pero, eso sí, esperamos que las características globales del conjunto -si hay o no segregación- se mantendrán inalteradas por mucho que las fluctuaciones se empeñen en lo contrario. Ah! técnicamente a esto se le llama un estado de equilibrio. Si hacemos el estudio en función de la temperatura es sólo porque el gerente de la empresa de refrescos es muy previsor y quiere saber manejar la situación sea cual sea la temperatura ambiente ese día). En este sentido podemos afirmar que todas las posibles configuraciones instantáneas posibles contribuyen a las propiedades observadas pero hay que tener en cuenta que no todas las configuraciones aparecen con la misma frecuencia. Así pues, en Mecánica Estadística las propiedades globales no son más que una media ponderada sobre todas las configuraciones posibles. Y es aquí donde de nuevo topamos con la dificultad: averiguar cuáles son las configuraciones posibles no es difícil pero calcular la importancia relativa de cada una de ellas -vaya, su probabilidad- es, en muchos casos, una tarea desesperadamente difícil.

Existen, por supuesto, métodos aproximados que apoyándose además en la Mecánica Estadística han conseguido resolver un número increíblemente grande de problemas. Podríamos "a grosso modo" dividir estas aproximaciones en dos tipos: aquellas que sólo incorporan una "distancia de influencia determinada" (es decir, que el radio de acción efectivo de cada personaje no es demasiado grande) y, por otro lado, las llamadas teorías de "campo medio" en donde nos vamos al extremo opuesto: la distancia efectiva se hace ahora infinita. Esto se precisa diciendo que la interacción o efecto a que esta sometido cada individuo depende del número total de compañeros en el campo pero no de su localización concreta. Dicho de otra manera, si hay 50.000 negros, la acción sobre cada uno de ellos es mayor que si sólo hubiera 40.000. Esta hipótesis es razonable en muchos casos pero obviamente esta aproximación no tiene en cuenta el entorno particular de cada persona y que claramente determina en realidad la interacción existente sobre él. En una teoría de campo medio la acción del colectivo es la misma para todos los individuos.

Y estos métodos proporcionan resultados relativamente correctos en muchos casos pero ya os debéis estar imaginando que fallan dramáticamente cerca del punto crítico. Por un lado sabemos que la longitud de correlación (distancia efectiva de influencia) se hace infinita, y por tanto el primer tipo de métodos no pueden funcionar; pero tampoco los de campo medio porque no sólo tenemos fluctuaciones del tamaño del campo, sino que subsisten de todos los tamaños, hasta las más pequeñas. Y resulta que todas son importantes para averiguar las propiedades del sistema.

Dejadme que os explique otro problema que no tiene nada que ver con el anterior pero que puede ser ilustrativo sobre el tipo de dificultades que podemos encontrar. Supongamos que queremos sumar en una calculadora muchísimos números que van, por ejemplo, desde el orden de 1 a, digamos,  $10^{30}$ . Está claro que dependiendo de cómo realicemos la suma el resultado será diferente. Un primer procedimiento podría consistir en empezar sumando primero los números grandes para añadir a continuación a la suma parcial obtenida los más pequeños, pero estos últimos ya no influirían en nada a la suma (en una calculadora  $10^{30} + 10^{15} = 10^{30}$ ). Hay determinados casos en que este procedimiento es correcto: cuando haya relativamente pocos números pequeños. En estas condiciones no importa que se pierdan en el proceso de sumar puesto que son realmente despreciables (no en el sentido ético de la palabra). Pero habrá determinadas situaciones, digamos que hay unos  $10^{10}$  números del orden de  $10^{15}$ , en que si los sumamos primero entre sí y añadimos después  $10^{30}$  el resultado sería más correcto que sumar uno a uno de los de  $10^{15}$  a  $10^{30}$  (esta magnífica manera de sumarlos nos daría al final, de nuevo,  $10^{30}$ ). El procedimiento más seguro sería, en todo caso, agrupar primero todos los sumandos que fueran parecidos -digamos del mismo orden de magnitud- y realizar primero una suma parcial dentro de cada uno de estos grupos. Luego podríamos sumar los resultados de cada grupo entre sí empezando por los de menos valor y yendo hasta las sumas parciales más grandes. Parafraseando a Wilson lo que aquí hemos encontrado es un problema de "muchas escalas de números".

Cerca del punto crítico tenemos fluctuaciones de todos los tamaños y no puede decirse que las pe-

queñas sean despreciables frente a las grandes ni viceversa. Todas están tratando de cambiar el orden establecido y estamos en un momento en que todas ellas deben ser tenidas en cuenta si queremos que nuestra "suma estadística" nos de el valor correcto. No puede ser que organicemos la quiebra de la compañía de refrescos por empezar la suma al revés.

Así que vamos a desglosar nuestro problema de muchas -infinitas- escalas de longitud en una sucesión de problemas más sencillos con los que nos enfrentaremos sucesivamente. Y en eso va a consistir el Grupo de Renormalización: nos centraremos en una escala de longitud determinada -correspondientemente en las fluctuaciones hasta ese tamaño determinado- y haremos la suma adecuada sobre las fluctuaciones de esa escala. Y así iremos avanzando paso a paso, por las fluctuaciones de todas las escalas. Sin embargo ya comentaremos de nuevo la "filosofía" subyacente en el Grupo de Renormalización más adelante, una vez hayáis visto una implementación concreta sobre nuestro problema de segregación racial. Conste de entrada que la manera en que procederemos es sólo una forma concreta de aplicar el Grupo de Renormalización pero no perdáis de vista -y a eso volverá cuando sigamos con el tema de la "filosofía"- que, como todas las grandes ideas en Física, la concepción del método va más allá de la manera concreta de aplicarlo y, de hecho, cada problema puede ser susceptible de una formulación nueva. Quizá esa ha sido también una de las grandes contribuciones de K. Wilson al extender, dentro de la Mecánica Estadística, el formalismo incluso fuera del dominio de las transiciones de fase para aplicarlo a todos aquellos problemas en que las múltiples escalas de longitud, energía, etc. habían constituido un fuerte obstáculo para su resolución.

El proceso que describiré con detalle en la segunda parte de este breve artículo fue originado -para los problemas del planeta Tierra- por Leo Kadanoff y aplicado a temas mucho más prosaicos como puede ser un sistema de "spines". Y para dejarlo todo a punto para que podamos empezar directamente en el próximo artículo con la resolución del modelo, tendríamos que especificar un poco más como vamos a expresar matemáticamente la interacción y el efecto de la agitación térmica.

Definimos las variables de la siguiente manera: llamamos lugar  $i$ -ésimo a una porción de terreno lo suficientemente pequeña como para que razonablemente sólo quepa una persona en ella. Tomamos ahora una variable  $p_i$  de manera que es +1 si en ese lugar hay un blanco o -1 si en ese lugar encontramos un negro. Si  $I$  es la interacción efectiva, podemos pensar en expresarla mediante la siguiente "formulita":

$$I = \frac{J}{T} \sum_{i=1}^J \frac{1}{2}(1 + p_i p_{i-1})$$

Vamos a ver si entendemos lo que esta expresión quiere decir. Concentrémonos primero en los dos factores  $J$  y  $T$  que aparecen multiplicando. A  $J$  le asociamos la fuerza neta con que los individuos pueden aferrarse, a mayor fuerza, mayor será la interacción efectiva y viceversa. Este número lo dividimos por la temperatura porque sabemos que al aumentar la temperatura también aumenta la agitación térmica y hemos convenido en que ello lleva a una disminución de la interacción efectiva. El cociente de ambos nos da, entonces, que por un lado cuanto más fuerza tengan más difícil será separarlos y que al ser mayor la temperatura esa fuerza se irá debilitando. Imaginad, para acabar de entenderlo, un cálculo sencillo. Imaginaos por un momento que son muy débiles (digamos  $J = 1$ ), entonces a 10 grados el coeficiente que da la interacción efectiva  $I$  será  $1/10$ . Si aumentamos la temperatura sabemos que tendrán más dificultades para cogerse; pues bien, eso lo recoge nuestra expresión de una forma muy bonita: ahora, por ejemplo a 100 grados, el coeficiente de la interacción efectiva es  $1/100$ . Y al revés, si bajamos la temperatura (decrece la agitación térmica) a, digamos 1 grado, tenemos que  $I$  es proporcional a 1. Y pensad que tenéis en vuestra mano todas las combinaciones posibles porque también podéis modificar a vuestro gusto el valor de  $J$  y repetir las anteriores consideraciones.

Pero claro, los valores que hemos estado discutiendo se refieren a una pareja concreta, pero la interacción global en todo el estadio la obtendremos sumando las anteriores contribuciones para todas las posibles parejas. Dicho de otra manera, la interacción efectiva global es la suma de las interacciones efectivas de todos los vecinos que se hallen cogidos. Así pues la suma sólo tenemos que realizarla sobre los vecinos más inmediatos de cada persona, pues es sólo con esos con los que tiene posibilidad de interaccionar. Finalmente ved (ejercicio para casa) que la expresión entre paréntesis es +1 si la pareja involucrada es o de blancos o de negros pero es cero si la pareja son un blanco y un negro. Así que iremos sumando unos (multiplicados por el factor común  $J/T$ ) por cada pareja enlazada que haya sobre el terreno.

Y con esta expresión partiremos en la segunda parte del artículo para tratar de resolver nuestro problema. Ahora un paréntesis para esperar que K. Wilson llegue a ese planeta y pueda ponerse a trabajar.

# Holografía

La exposición de holografías en el Museo de la Ciencia durante el pasado mes de Octubre, ha servido de incentivo a nuestro interés hacia lo que parece ser un nuevo camino lleno de posibilidades, tanto para la Ciencia como para la industria.

La holografía es la técnica de reproducir imágenes en tres dimensiones. Este efecto, totalmente distinto al que se consigue con una fotografía, es posible gracias a la impresión en una placa fotográfica de toda la información óptica del objeto. Al iluminar una placa holográfica conseguimos que la luz emerja de ella del mismo modo que lo haría del objeto original. Podemos decir que un holograma "congela la imagen del objeto" de forma que, al visualizarlo, obtenemos exactamente el mismo efecto que con el objeto real, incluido el volumen.

Quizá deberíamos aclarar qué es la sensación de volumen y por qué la tenemos en holografía. El relieve es una propiedad puramente fisiológica. Nuestro ojos actúan como pequeñas cámaras fotográficas, de modo que la imagen que se halla en un plano la focalizamos en la retina donde se convierte en impulsos nerviosos y, de hecho, en información para el cerebro. Por ello, cada uno de nuestros ojos, al igual que una cámara fotográfica, sólo tiene una visión plana. (Este hecho es totalmente independiente de la naturaleza ondulatoria de la luz y se refiere a las leyes más simples de la Óptica Geométrica). La percepción del volumen se produce porque tenemos dos ojos separados una cierta distancia y, por tanto, con un ángulo de visión distinto en cada uno de ellos. Así, el cerebro recibe no una sino dos imágenes de un mismo objeto, desplazadas la una de la otra. Este hecho lo interpreta el cerebro como volumen. Dado que una holografía nos reproduce exactamente los mismos rayos luminosos que salían del objeto, la información que llega al cerebro es la misma, y por tanto su interpretación concuerda con la de la realidad.

El principal problema será, evidentemente, hallar un método que nos permita grabar toda la información que emerge del objeto y poderla reproducir posteriormente. Entramos entonces en consideraciones sobre la naturaleza ondulatoria de la luz, cuyas propiedades y efectos se estudian teóricamente en la Óptica Física. La luz considerada como una onda plana indefinida presenta una fase que depende del camino que la luz haya recorrido desde la fuente emisora hasta el observador. Si tenemos dos ondas luminosas cuyas fases son, en principio, diferentes, la suma de ambas da lugar al fenómeno de las interferencias en el punto en cuestión. Estas interferencias dan lugar en el espacio a una serie de puntos con máximos, mínimos o valores intermedios de intensidad. La localización de los puntos depende de la diferencia de fase de las dos ondas y por lo tanto de los respectivos caminos recorridos.

Una holografía se realiza grabando, en una placa fotográfica, las interferencias que se producen entre la luz reflejada por cada punto del objeto (cada uno a distancia diferente de la placa) y el haz de luz original que no se ha reflejado en el objeto. El cuadro de estas interferencias nos dará la posición de cada punto en el objeto.

Mientras una película fotográfica reproduce una imagen reconocible del objeto, el holograma presenta una distribución de zonas brillantes y oscuras cuya apariencia no tiene nada en común con el objeto inicial. Para recuperar la imagen del objeto deberemos iluminar la placa con un haz de luz en las mismas condiciones que el haz de referencia. Esto quiere decir que los dos haces han de incidir sobre el holograma con el mismo ángulo.

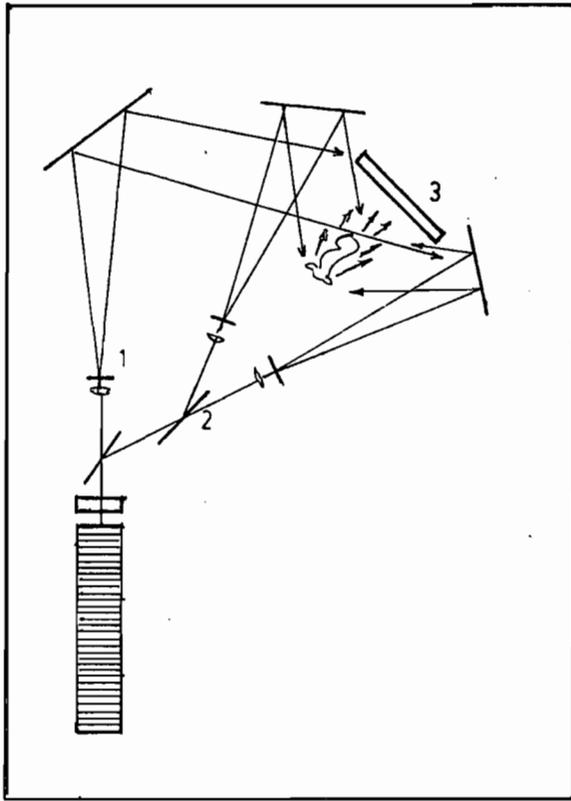


Figura 1. De la fuente de luz monocromática sale un haz luminoso que podremos dividir en dos mediante una placa semitransparente. El haz 1 se llama de referencia.

El haz 2 es el haz objeto que de nuevo podrá bifurcarse para conseguir una iluminación más homogénea del objeto.

Los dos haces interferirán en 3 donde está situada una placa holográfica que nos congelará la imagen del objeto.

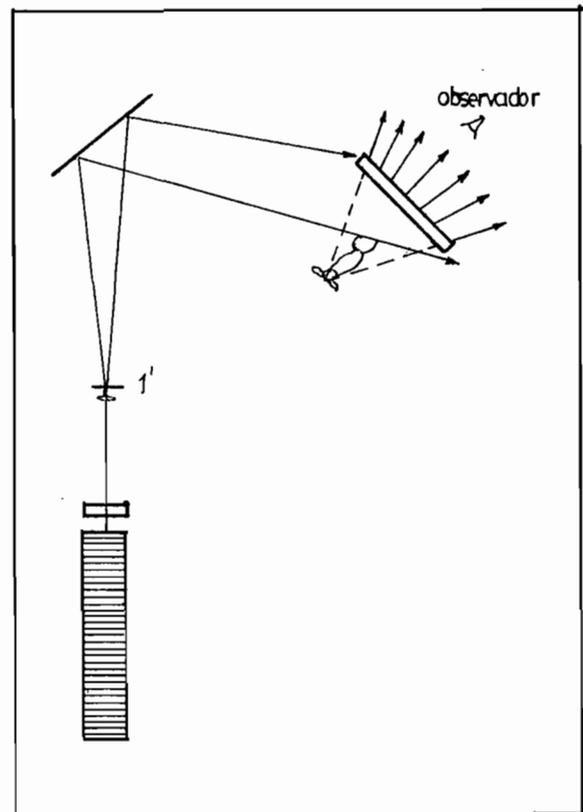


Figura 2. La reproducción de la imagen se realiza mediante un nuevo haz laser monocromático que incide sobre la placa con el mismo ángulo con que lo hacía antes el haz 1 de referencia. Las diferencias de  $\lambda$  entre 1 y 1' sólo producirán cambios en el tamaño de la imagen obtenida. Teniendo en cuenta estas condiciones, el observador del holograma deberá situarse en una posición determinada para captar la imagen del objeto. Existe un ángulo crítico de visión del holograma.

Este proceso, en principio simple, presentó muchas dificultades en el momento de llevarlo a la práctica:

1. Se necesitaba un tipo de luz coherente o semicoherente. Para entender este requisito hemos de pensar cómo una fuente luminosa emite luz. La luz es en su origen un fenómeno atómico donde la emisión de fotones se produce por desexcitación de los niveles de los átomos. Ahora bien, la emisión no es continua sino que en la práctica se realiza en trenes de ondas o paquetes de longitud finita, de modo que dos paquetes diferentes no tienen ninguna relación entre sí. Así pues, al realizar las interferencias sumaríamos ondas inconexas y la fase resultante obtenida cada vez sería arbitraria. La única manera de obtener efectivamente interferencias sobre la placa sería poseer haces de luz coherente; es decir, trenes de onda lo suficientemente largos para que la superposición se realizase consigo

mismo. En este sentido, el descubrimiento del laser en 1947 representó el verdadero impulso de la técnica holográfica. Basta considerar que la longitud de coherencia de la luz blanca normal es del orden del milímetro mientras que en el laser se alcanzan algunos metros.

2. Dado que el registro se basa en las diferencias de caminos recorridos por los haces luminosos, es necesario que el objeto no esté sometido a ningún tipo de vibración. Este problema se resolvió fácilmente con la introducción de mesas especiales de suspensión neumática y la utilización de lasers intensos en exposiciones pulsantes.
3. Las placas fotográficas utilizadas han de tener una resolución muy elevada para poder captar todos los detalles del objeto. Para ello se utilizan placas de grano muy fino con una relación 2000 l/m (lo normal son 100 l/m).

Resueltos estos problemas la obtención de un holograma fue posible siguiendo los esquemas expuestos anteriormente. A ese tipo de hologramas se les llama de transmisión. En ellos la imagen se forma detrás de la placa, en el mismo lugar donde antes estaba el objeto. Sin embargo, hay distintos procedimientos de obtención de hologramas que dan lugar a resultados quizá más espectaculares. El holograma en dos etapas, por ejemplo, permite ver el objeto sobresaliendo de la placa de tal manera que la imagen se forma tanto delante como detrás de ésta. Se consigue realizando un holograma de un holograma pues no hay otra posibilidad de atravesar un objeto real con una placa fotográfica. Gracias a un primer holograma obtendremos una imagen del objeto en el espacio y colocando una nueva placa en esta imagen conseguimos un segundo holograma cuyo efecto es el ya mencionado.

Tanto la holografía de transmisión como la de dos etapas requieren para su visualización rayos coherentes y monocromáticos, tal como se indicaba en la figura 2. Sin embargo, se ha podido desarrollar una nueva técnica que permite obtener hologramas iluminándolos simplemente con luz blanca. A este tipo de holografía se le llama de Reflexión y consiste en hacer incidir el haz de referencia por el lado contrario de la placa holográfica. De este modo obtenemos ondas estacionarias en el interior de la placa grabadas en una serie de capas que irán sucediéndose en todo el espesor. Entonces, al revelar el holograma el ennegrecimiento de los granos no se producirá sólo en la emulsión de la superficie sino en todo el interior de la placa. Cuando reflejemos luz blanca para ver el holograma, el color de éste dependerá únicamente de la separación entre las capas mencionadas. Este fenómeno es totalmente distinto del relacionado con la holografía en color. Para conseguir un holograma en color deberemos disponer de un sistema compuesto de tres laser con los colores elementales, rojo, verde y azul, al igual que necesitamos tres haces de luz diferentes para la televisión en color.

Por otro lado, en la sala de óptica del Museo de la Ciencia, hay un holograma múltiple. No puede considerarse esta técnica como totalmente holográfica. En la holografía múltiple se hace un holograma de una filmación, de modo que los fotogramas se graban en bandas estrechas, una a continuación de otra, en una placa holográfica. Al disponer este holograma en forma circular la imagen siempre queda en el centro y obtenemos la sensación de movimiento al hacerlo girar.

Pero la importancia de la técnica holográfica no se limita al campo de la estética, sus apli-

caciones alcanzan de lleno los campos industrial y científico. Las posibilidades de la holografía se han desarrollado especialmente en dos sentidos a) la interferometría holográfica END y b) los elementos ópticos holográficos HOE. La interferometría holográfica es esencial tanto en la industria como en la investigación científica. Esta técnica consiste fundamentalmente en el estudio no perturbativo de un sistema. Por interferometría holográfica podemos controlar las modificaciones que se producen en un sistema, tanto cualitativas como cuantitativas, debidas a perturbaciones exteriores. Los ensayos no destructivos (END) del sistema se realizan mediante la superposición de holografías del sistema con el sistema sin perturbar y una vez perturbado. En las zonas donde la perturbación haya producido modificaciones aparecerán franjas de interferencia que se podrán medir dando así idea de la importancia de tal perturbación. Conseguiremos, por tanto, una descripción tanto cualitativa como cuantitativa de la perturbación pues ésta es localizable y medible en el sistema. Aquí reside principalmente la importancia de la END: permite desarrollar un proceso de control de los sistemas sin por ello destruirlos o inutilizarlos. En el campo industrial se utiliza especialmente en controles de resistencia y calidad de materiales ya que en la actualidad se controlan los efectos de la vibración de los motores de los aviones sobre sus estructuras. En el campo más estrictamente científico podemos destacar estudios de distribución del calor, esfuerzos, corrientes de convección, etc. que también se realizan mediante esta técnica. Las deformaciones, las diferencias en el índice de refracción del sistema son, entre otras, causas de modificación de los caminos ópticos de la luz y por lo tanto ofrecen una base para el estudio por END.

También dentro del campo científico aunque con posibles utilizaciones industriales se está trabajando en la obtención de elementos ópticos holográficos (HOE) que permiten la cración de redes de difracción, filtros interferenciales, construcción de lentes y espejos. Todo ello sin llegar a construirlos, evitando así muchos problemas como pueden ser la falta de precisión, el tamaño, el peso o incluso dificultades económicas.

En este punto deberíamos destacar la labor que está realizando el centro de la Universidad de Ciencias de Alicante. En una primera etapa se ha procedido al estudio de las técnicas de registro holográfico, emulsiones de placas en especial, obteniendo los increíbles resultados que se nos han mostrado en el Museo de la Ciencia. En la actualidad se ha iniciado una tarea de investigación tanto en el campo de la interferometría holográfica como en la obtención de elementos ópticos. Asimismo se ha iniciado una acción docente para los interesados en el campo de la holografía tanto a nivel personal o industrial, como a nivel investigador. A partir del próximo año se pueden seguir unos cursillos en la misma universidad de Alicante.

Trinitat Pradell (4º curso)

Leonor Tarrasón (3<sup>er</sup> curso)

- Agradecemos especialmente la colaboración del Dr. Felipe Mateos de la Universidad de Alicante y de los Drs. I. Juvells y S. Vallmitjana del Departamento de Óptica de nuestra Facultad.

# perfecto estilo de oxford

En cuanto le dije lo que deseaba, el director del museo me presentó a un viejecito que parecía haber estado a nuestro lado desde hacía largo rato.

- Su abuelo conoció a Xi-Chin -me dijo mientras regulaba su audifono.

- Maravilloso -contesté-. No pensé que pudiera conseguirme algo así.

Invité al viejo en un bar de las cercanías a un extraño refresco a base de arroz. Una vez allí le expliqué el motivo de mi interés: yo estaba realizando una tesis sobre la vida de Xi-Chin, la persona que más había influido en la Humanidad después de Jesucristo o Marx, lo que me había llevado a aquella región meridional de China.

- !Oh! -me decía el viejecito-, mi abuelo me contaba muchas historias de Xi, pues fueron amigos en la infancia, allá por 1990. Desde pequeño destacó siempre de entre sus compañeros. Según mi abuelo, era enorme la influencia que tenía sobre ellos.

Yo asentí. Su personalidad había dejado grandes huellas en el pensamiento (e incluso en el modo de vida) contemporáneo. Aunque quizás esto no sea del todo evidente para un profano.

Seguimos hablando durante un rato. Mientras, el viejo me iba cayendo cada vez mejor y el refresco de arroz cada vez peor.

Al cabo de unas semanas todavía iba cada día con mi bloc de notas a ese perdido bar para hablar con aquel hombre. A cambio de su colaboración le había prometido un audifono japonés como el mío, pues el suyo era un modelo antiguo y fallaba con frecuencia (- Ahh, esta industria local... -me decía). Fui reuniendo datos y anécdotas, como digo, durante algún tiempo. Un día le pregunté:

- ¿Y qué cree usted que había realmente en su mente?, ¿su comportamiento era deliberado?

- !Oh!, como ya le he dicho mi abuelo sólo le trató en la infancia, y entonces pocos planes podía tener. Creo que era algo totalmente inconsciente. Nunca debió pensar que todo el mundo iba a hacer lo mismo que él, ni siquiera que nadie iba a fijarse en ello.

Y así marchaba la cosa. Otro día me llevó a su casa, un chalecito modesto que olía a polvo. Allí me proyectó su álbum familiar, en el que se encontraban algunas imágenes de Xi.

- ¿Ve usted? -me dijo-, en esa escena la cámara le sorprende mientras hace algo. Mire su cara. Jamás se imaginaría que alguien le estaba viendo.

Yo me levanté. Ninguna persona no especializada notaría algo anormal en esa película. Pero un historiador debe saber distinguir un hecho significativo en la época correspondiente. Esas filmaciones valían millones, vaya que sí.

Aquella noche llamé a mi Universidad. Al principio no se lo creyeron y les tuve que repetir que una cámara había registrado el preciso instante en que Xi-Chin se había cortado las orejas.

# El controlador

Tras unos breves instantes, ha vuelto el silencio, relativo ... como de costumbre. Aunque últimamente descontrola más de lo habitual; será cuestión de estar al tanto, no sea que un día se escape uno.

Sentado frente a aquella mesa cubierta de papeles, los iba llenando mientras consultaba los relojes. A ratos, preso de frenéticos ataques pulsaba las teclas de su calculadora. Trazaba curvas, rellenaba formularios con números que se repetían.

La habitación era pequeña, bastante oscura; no había más luz que un foco que se proyectaba parcialmente sobre la mesa. Una cama deshecha, un armario repintado, una araña de cristal que pendía apagada del techo y una ventana entrecerrada que apenas dejaba entrar la luz. Esto, y varios montones de papeles más o menos guardados en grandes carpetas que se amontonaban de un lado y otro de la mesa. Encima, clavadas en la pared de enfrente, quedaban medio iluminadas por el círculo del foco gráficas de formas diversas. Las había acampanadas y también casi rectas; las consultaba de vez en cuando.

Solía estar tranquilo, apacible, alternando los cálculos, los relojes que pulsaba, consultaba, paraba y volvía a conectar y las funciones finamente trazadas en las grandes hojas de papel milimetrado marrón, con numerosos períodos de inactividad en los que permanecía sentado aparentemente vegetativo.

Esta última me ha quedado bastante guarra. Se me ha acabado el líquido borralotodo. Justo ésta ... está bastante bien. Hoy han cumplido casi a la perfección. Seguro que será la mejor de la semana, es posible que del mes. Iré a comprar estos trastos, también tinta (se me está acabando), y minas... esperaré a la próxima, así tendré casi veinte minutos.

Los cristales de la araña tintinearón imperceptiblemente. Paró un reloj, una especie de cronómetro con aires de despertador; dejó marcados unos números, se levantó, cogió la chaqueta y tras cerrar la puerta salió corriendo escaleras abajo. Cuando volvió, minutos después, apenas se hubo sentado volvieron a sonar los cristales... (suspiro de alivio). Esta vez casi se me escapa, hubiese sido imperdonable por una gilipollez así... y volvió a consultar sus hojas empezando nuevos cálculos. Los que sin duda plasmó más tarde en la nueva gráfica que inauguró una vez adecentada la anterior.

A veces, un rumor sordo, una perturbación pasajera, parecía acompañar a los regulares tintineos que se repetían a lo largo del día, cada quince minutos aproximadamente.

Todo seguía más o menos igual, excepto quizás las gráficas de la pared que se iban renovando mientras las antiguas eran clasificadas en una gran carpeta que guardaba con esmero en un estante del viejo armario.

Tengo hambre.

Cuando temblaron los cristales, paró un reloj, cogió una bolsa y salió corriendo. El portal, la luz, la calle, la gente, el ruido... avanzaba como un sonámbulo atareado. Una vez en el supermercado, amarillo y sucio, la fue llenando de arroz, patatas, cebollas, huevos, spaguettis, queso, jamón dulce, tomates, un pollo, cervezas, galletas, pan, fruta, más verduras y mermelada de arándanos, con gestos maquinales e irreversibles. Fuera otra vez, alguien le llamó la atención.

Caminando por la calle- Creo que le gusté; al menos se fijó en mí. Me hubiese gustado saber qué pensaba. Me hubiese gustado conocerla. Hostia...estas escaleras, cada vez son más... y con esta bolsa...

(Nos cruzamos. Me sonrió. Con sus ojos...Aquellos ojos de miope que no sabe si miran o si ven. Un imperceptible titubeo; no creo que lo notase...-aunque yo bien que noté el suyo-, seguimos caminado, pensaba alguien en la calle).

La habitación estaba bastante oscura; sólo un círculo de luz, el del foco de encima la mesa(cubierta de papeles), la iluminaba en parte. La cama seguía deshecha, el armario cerrado, la araña apagada, la ventana entreabierta: era de noche. Sentado regla en mano, trazaba rectas montañas sobre el papel milimetrado, recopilando tal vez los datos de la jornada. Aunque poco, vibró hasta la luna del armario. Debe ser uno grande, pensó mientras anotaba lo necesario. Y miró su reloj de pulsera, aunque de forma inconsciente, la de alguien que se aburre o está nervioso a la espera de algo. La una menos diez. Sólo otro más, y fue recogiendo los papeles desperdigados por el suelo y sobre la mesa, guardándolos en una carpeta y tirando los inútiles a la papelera que tenía a su derecha. Sacó punta al par de lápices, revisó la rosca del tintero(que no se le echara a perder la recopilación de datos) y apoyó la cabeza sobre los brazos cruzados. Una vez hubieran sonado, tras la rutinaria operación, cogió (con calma) la chaqueta, un par de cosas que fue colocando en los bolsillos, apagó el foco y marchó.

(Música romántica, suave y sensual).

Sí que me apetece ver a Silvia... pensó, mientras caminaba por las calles todavía animadas. Le estaba esperando, apoyada en una puerta de cristal, bajo los neones violetas y colorados que cambiaban rítmicamente el color de sus cabellos. Se cogieron y besaron, y abrazados siguieron caminando. Cruzaron el paseo de los plátanos trazando ligeras eses, como dejándose llevar cada uno por el peso de su pareja. La música seguía sonando, apagándose a medida que se perdían a lo lejos, allí donde convergían las hileras arboladas.

Cuando abrió los ojos y vió primero un tanto borrosa la cara dormida de Silvia reclinada entre su hombro y su almohada, iluminada por los haces azules y típidos que comenza-

ban a colarse entre las persianas, tuvo un sobresalto. Dirigió de un golpe seco la mirada al despertador de encima la cómoda. Despegó de la cama poniéndose los pantalones y comenzó a bajar las escaleras de cuatro en cuatro (una vez hubo conseguido enfundarse los zapatos), mientras luchaba en un intento de abrocharse los muchos botones de su camisa. Fuera, no se detuvo ni un instante. No tuvo tiempo de sentir el frío a pesar de que las seis no habían sonado y el sol seguía sin aparecer, escondido en alguna parte. Cruzó varias calles. Parecían muy distintas, aunque sólo hubiesen transcurrido escasas horas. Seguía sin haber nadie en ellas, pero la desolación era todavía mayor, o al menos así le pareció. Estuvo a punto de estrellarse contra uno de los pocos coches que circulaban y que le respondió con el chirrido de sus ruedas seguido de un agresivo bocinazo. No quedaba espacio para pensar, en una carrera así, ni siquiera se inmutó. No notó el sabor a sangre hasta que comenzó a escupir rojo. Flaqueaba, la respiración entrecortada y las zancadas cada vez más irregulares...pero el ver la estación del metro a dos manzanas, le dió fuerzas para el sprint final. Bajando las escaleras podía oír el rumor de las máquinas y las vibraciones del suelo (de haber cristales, sin duda hubiesen tintineado). Mientras el ruido crecía, saltó corriendo la portezuela ante las narices del cobrador que no tuvo tiempo de decir nada. Cuando llegó al andén, las puertas se habían cerrado y el primer vagón desaparecía en la oscuridad del túnel. De nada le sirvieron los gestos. Se quedó mirando fijo, hacia adelante, parecía no comprender nada; y así pasaron tal vez minutos, con la mirada perdida.

Luego, sus facciones cambiaron, dió media vuelta y renaciente, fue subiendo las escaleras. La luz de la calle le pareció más brillante—sin duda lo era—y comenzó a pasear con una "nonchalance" y unos aires casi infantiles.

Jorge Camorán dedicó ocho años de su vida a controlar los horarios de los trenes que pasaban bajo su casa, hasta que un día el primer tren de la mañana pasó y él no pudo estar allí.

FIN

Sergi Jordá

# tots dos

Ja hi som! Tornem a escriure quelcom per a la "prestigiosa" "Planta 8". He de passar la meva col.laboració, tal i com en Gabo (1) la passa a "El País". M'assec davant la taula de dibuix. Ella davant meu arruga el front tot retirant els papers que hi ha. En una mà hi tinc el llapis, en l'altra el cap. M'aturo tot mirant la calculadora. Em giro i són els mobles els que amb mirades curioses m'empaiten. L'altre, aquell jo/tu que està de lloguer i acostuma a sortir quan no fa cap falta, ja surt a posar la cullerada.

- Ells no tenen per què col.laborar-hi, oi?

- I tant de bo que ho fessin, serien més originals que tu.

Com que compartim la mateixa funda, creu que té dret a opinar sobre tot el que faig.

- Mira com et miren amb ulls curiosos.

- Ells rai que ja fan la seva feina. Però jo encara l'he de començar.

- No badis i deixa't estar de cabòries. Pensa!

No ho resisteixo més, la veritat. Sempre m'he volgut desfer d'ell -això no sé si ho diu ell o jo-. Una vegada havia dibuixat una finestra d'un gratacels, (confiant en les propietats màgiques del meu llapis) el vaig empènyer i ell sortí per ella. Quan vaig deixar l'habitació, em sentia buit. Em va defenestrar, i la policia no el podia agafar. Van concloure que es tractava d'un cas de suïcidi, quan en realitat era un assassinat sense culpable. Tot baixant les escales veia que solament hi havia la meitat de mi, així que, quan vaig arribar a baix, vaig recollir-lo i me'l vaig ficar a la butxaca. Vam tornar a casa tot comentant la jugada.

No sé què escriure. Me'n vaig al menjador. Com que estic en un pis nou, no hi ha mobles. Així, buit de mirades encuriosides, potsar que pensí en alguna cosa. M'assec a terra davant del balcó.

- S'està fent fosc, oi?

- Ja ho és.

Em mira des d'el vidre del balcó. Té la mirada inquisidora. Tens el cap buit, sempre t'ho havia dit. Aquí estàs perdent el temps mirant-me. Si ni tan sols penses! Sento una coïssor a la galta, i me la grato. A ell li cau una gota de sang que regalima de manera carismàtica pel costat del llavi. Aquesta sang prové d'una ferida que em cou a mi.

Ell mira el rellotge:

- Òndia, però si són les sis!

**Sir Godofredo de Mont-Didier**

(1) Gabriel García Márquez.

# INDICE

## CAPITULO I

De como el pequeño pero bajito, amable pero gentil. ( Adaptación de la presentación de las aventuras de Marlow López en Radio Juventud (89,385 ± 0,002 Mhz,- Medido con un capitulómetro, aparato quimérico e inexistente excepto para el profesor W.Ermellonius, que lo introdujo en una demostración tipo "La Casera"® sin artificios ni excitantes) Radiocadena española) Riemankowski el sutil, encontró una estrella de mar de cuatro brazos- Sin decimales por la naturaleza cuántica de la magnitud brazos- y de cómo de ello dedujo la estructura interna de las cosas y de cómo para defender su teoría luchó encarnizadamente por los siete mares magnificios® y de cómo, inducido por su cuñada, ávido de poder y de gloria se dedicó al saqueo, obteniendo botines de partículas de gran masa e incalculable momento magnético y de cómo, arrepentido, quiso cambiar de vida, y se bañó en la sopa primigenia encontrando un pelo (de  $\alpha$ -queratina, con la química hemos topado), y de cómo, no contento con ello, retrocedió aún más y topóse con el primero de los universos primitivos y sus trabajos para traer de él en una botella de Klein y de cómo, armado de una batería de axiomas evidentes y un misil de cabeza pensante, se enfrentó a los alquimistas en la batalla de las Termopilas (donde su compañero y amigo Von K.U. Bertha perdió el pelo al averiarse el aparato de propulsión a chorro en el que volaba y se puso loción para evitar la caída del cabello, lo cual alegró en grado sumo a Blaise Pascal que había sido insultado por Karl Ubrich llamándole borrachín a pesar de los descubrimientos que este hizo en hidrostática) los cuales le respondieron con constantes que dependían de la temperatura y que sacaban maliciosamente de la integral y de cómo les recriminó por ello y de cómo descubrió subrepticamente infiltrados en las cocinas de palacio a procelosos químicos (sabemos perfectamente lo que significa procelosos) ocupados en que la entropía no disminuyera macroscópicamente y de cómo volvió a su tierra desengañado y decidido a dedicarse a la matemática pura, que al fin y al cabo era lo suyo, y de cómo así logró publicar en Physical Review, y de cómo de profesor de Métodos Matemáticos aplicados a las Matemáticas, alcanzó gran renombre y de cómo se murió con la sola compañía y amistad del incorrupto Peláez.

Capítulo I : Mas ya pensaría algo: ( de una Odisea espacial 2001 ©Arthur C. Clarke and Polaris Productions inc. - Editorial Pomaire S.A. y ©Salvat editores S.A. - Alianza editorial 1970 N.A. 1062-1970 )

Firmado : "los autores "

Trurl (guión técnico )

Klapaucyus ( aderezos varios )

Ijon Tichy (asesor literario)

Trurl(opinión literaria )

Kaplacuyus (aderezos técnicos)

Ijon Tichy (asesor vecío )

## LA DUDA DEL PUNTO DE LA PAGINA 183

"En el billete de ida y vuelta tenemos que nos perforen la vuelta en vez de la ida, obligándonos a volver al revés, comenzando por ir otra vez para poder volver de nuevo."

( Greguerías R. Gómez de la Serna )

Éste era un insignificante punto impreso en tipografía barata correctamente colocado en el último párrafo de la página nº 183 de un tratado sobre las cariozas situado en el tercer estante del altísimo anaquel de la 1ª planta de la enorme, y tal vez ilimitada Biblioteca Nacional. Sus límites lo constituyen un grueso tomo íntegramente dedicado a la cría y reproducción de caracoles en la altiplanicie boliviana y una edición en rústica de un compendio sobre avicultura exótica.

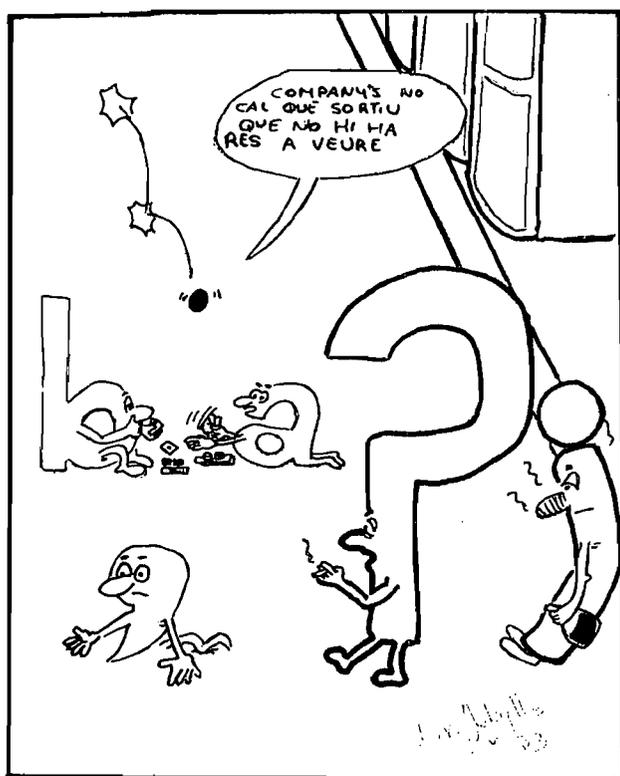
Entre esos estrechos límites discurría apaciblemente la existencia (¿ o debería decirse, con más exactitud, inexistencia ?). Bueno, tanto da, a veces la diferencia entre lo real y lo irreal, lo cotidiano y lo fantástico es demasiado sutil para ser perceptible) del punto y, como él, de tantos otros signos ortográficos.

Por alguna razón que escapa a nuestro entendimiento, resulta ser que nuestro punto se desprende de forma súbita y repentina del lugar que habíasele asignado y que desde siempre, sin desmayo, había ocupado: el último párrafo de la página nº 183 de un tratado .... En su lugar habrá ahora una minúscula manchita blanquecina en contraste con el tono amarillento del resto de la página de viejo papel y con el apagado tinte negro de los demás signos y letras impresas. Como quiere que nadie note su ausencia y movido por una inusitada vitalidad corre por la estantería de madera y resbalando por los desgastados lomos de los libros que en perfecta ordenación componen el único paisaje del interminable pasillo de la 1ª planta, cae al suelo.

Baste mirar bien para descubrir que el punto continúa por el piso enlustrado y ornado con complejos e inescrutables dibujos geométricos; tuerce a la derecha y luego a la izquierda y luego nuevamente hacia la derecha (el pasillo de la 1ª planta posee recodos impredecibles). Tras un largo periplo por galerías y pasillos idénticos y, por tanto, miles de libros, llega hasta una especie de antesala; sube por la pata de la mesa situada en un costado, recorre una delicada mano que lenta pero inexorable rasga suavemente con su pluma una hoja de blanco y reluciente papel, anotando indescifrables garabatos; dibuja la curvada espalda de la mujer que se reclina sobre la mesa; escribe, y por fin escapa de la estancia por un resquicio de la gran puerta que permanece semiabierta, y desciende por magníficos escalones de mármol reluciente hasta una espaciosa entrada (¿o salida? ) circular.

Siete (el siete es un número mágico según los cabelistas) grandes escalinatas desembocan en la entrada de la Biblioteca y conducen probablemente, a desconocidas, tal vez nunca visitadas, plantas superiores.

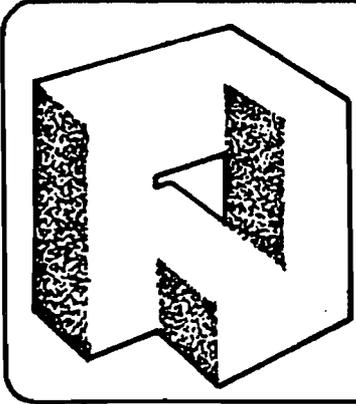
Entonces al meter la mano en el bolsillito para sacar la pequeña llave que abre el grueso e inconmensurable portallón que separa a la Biblioteca del Exterior, lo que saca es una diminuta caja de fósforos. El punto se afige muchísimo y empieza a pensar que si en vez de llave encuentra los fósforos sería terrible que el mundo se hubiera transformado de golpe, sin más, y a lo mejor si los fósforos están donde la llave puede suceder que encuentre el mone-



dero lleno de fósforos, y la playa llena de dinero, y el piano lleno de arena, y la guía de teléfonos repleta de músicos, y el armario del desván lleno de aberrados, y la habitación llena de trajes apolillados, y los floreros llenos de camas, y los tranvías llenos de flores, y los campos llenos de tranvías... así que el punto se entristece de forma peculiar y corre a mirarse en un espejo. Pero como es tan diminuto no se ve reflejado y lo que observa es un enorme perchero colocado en un ángulo de la gran entrada circular, y sus presunciones se confirman y estalla en entrecortados sollozos.

Como nadie acude a consolarlo se da cuenta de la inutilidad de su llanto. Y ante la horrible duda de que el meter la mano en su bolsillo buscando la llave no sepa qué es lo que va a encontrar opta por una prudente retirada, deshaciendo el camino andado: la escalinata, la bibliotecaria, la galería, el recodo hacia la izquierda, luego hacia la derecha, hacia la izquierda de nuevo y finalmente el conocido pasillo, el tercer estante, el libro materno, la página nº 183 y el último párrafo. Así acabó, tal como había empezado, la carrera del pequeño punto. ¡ Y es que hay dudas que frustran toda una vida !.

M. Moreno Lupiáñez



# Jocs Matemàtics.

## 1. Paradoxa A,P,T ( que vol dir: aquesta paradoxa és un trencaclosques).

AQUESTA ORACIÓ MAI POT SER DEMOSTRADA

La paradoxa consisteix en això:

Si l'oració és falsa, llavors és fals que mai pugui ser demostrada, de la qual cosa es dedueix que pot ser demostrada, el que vol dir que ha de ser verdadera. Així, si l'oració és falsa, tenim una contradicció, i per tant ha de ser verdadera. Ara bé, acabem de demostrar que l'oració és verdadera. Com que és verdadera, el que diu és realment el que passa, la qual cosa vol dir que l'oració mai pot ser demostrada.

Llavors, com hem pogut demostrar-la?

Quina és la fal·làcia de l'anterior raonament?

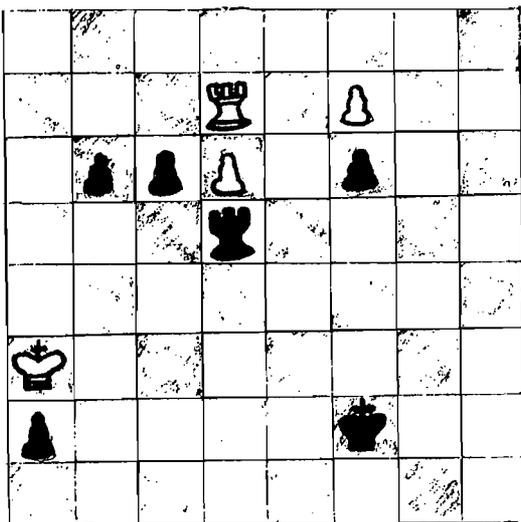
## 2. Un problema molt més senzill.

Tenim dues garrafes, una amb 10 l. d'aigua i l'altra amb 10 l. de vi. Treiem 3 l. d'aigua i els aboquem a la garrafa del vi. D'aquesta barreja en prenem 3l. i els posem a la garrafa de l'aigua.

Què tindrem, més aigua a la garrafa del vi o més vi a la de l'aigua?

## 3. **escacs**

Veiem l'estudi que va fer en A.Herbstmann l'any 1954.

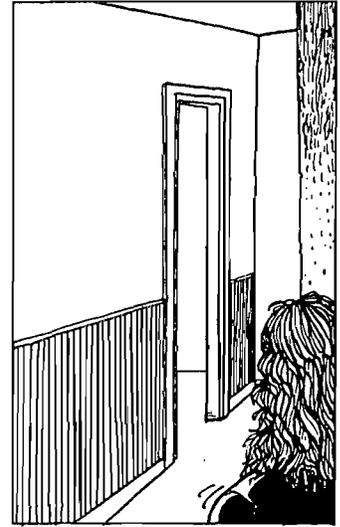


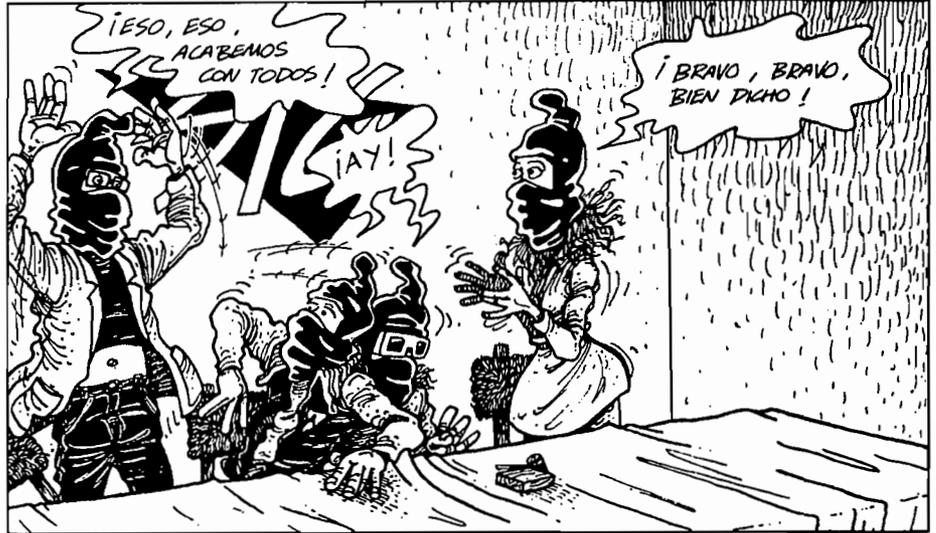
Les blanques juguen i guanyen.  
 Podríem pensar que la resolució és:  
 1.RxP,T4TD+2.R3C,TIT 3.T7R (amençant un probable 4.T8R) 3...T1AR 4.P7D i després de 5.T8R el peó es corona.  
 Però és un canvi fals, perquè a 1.RxP? les negres contesten 1. ...P4AR!!  
 2.T7T (d'una altre forma el negre donaria escac indefinit tot al llarg de la cinquena horitzontal) 2. ...T4R! 3.T7R (aquesta vegada, per tal d'evitar l'escac continu per la columna de rei)  
 3. ...T4TD+i tables per escac continu.

La solució veritable és molt brillant. Podries continuar tu la partida?

# STG

No Perdona





(CONTINUARÁ)

## *Respostes als jocs matemàtics*

1.

La fallàcia és que la noció de demostrable no està ben definida. Més que de demostració, es parla de demostrabilitat "en un sistema donat". Si diem : "aquesta oració no és demostrable en el sistema S", llavors no tenim una paradoxa sinó una veritat. Ara bé, per a tot sistema S, podem trobar oracions no demostrables a dintre del sistema (Gödel) que s'han de postular.

2.

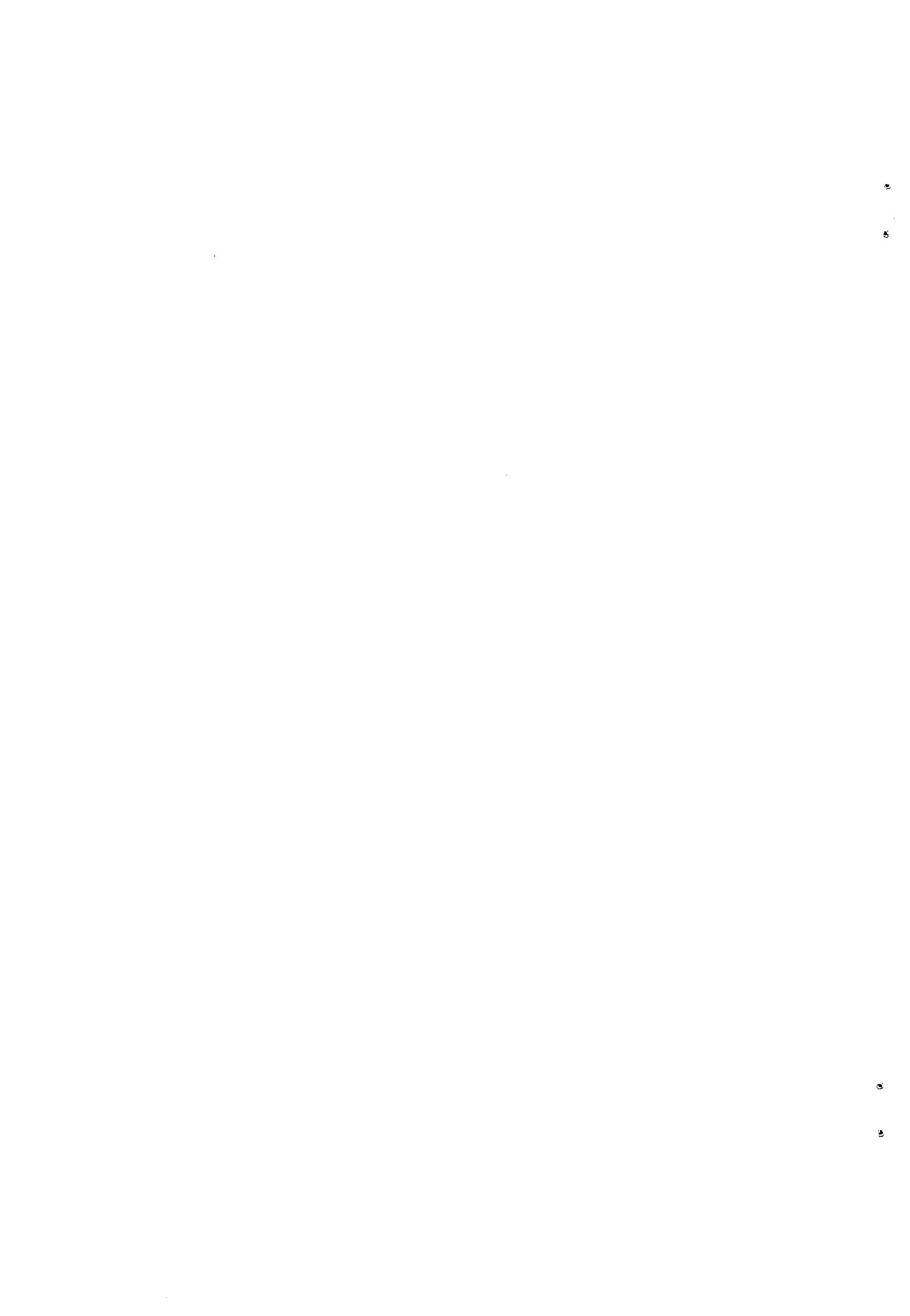
Es pot resoldre aritmèticament. Malgrat això, penseu que les quantitats en els recipients segueixen éssent les mateixes. Llavors, és evident que, sigui quina sigui la quantitat d'aigua que falta a la garrafa d'aigua, ha estat reemplaçada pel mateix volum de vi.

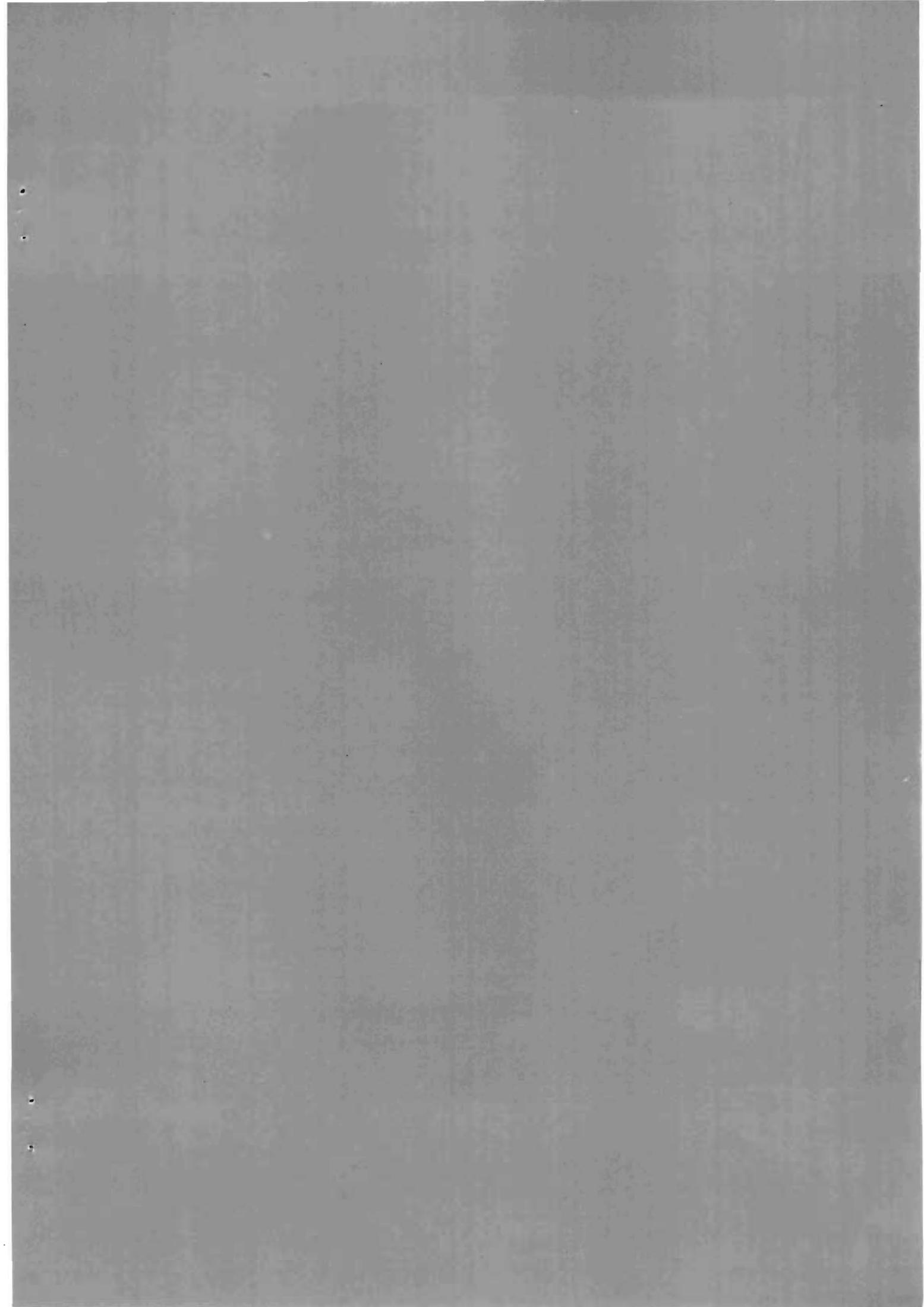
Ambdós problemes són del llibre de Raymon Smullyan : "¿Cómo se llama este libro?" de l'Editorial Catedra.

3.

1.R2C! , P8T=D+ 2.RxD , T4TD 3.R2C , T4CD + 4.R3A , T4AD + 5.R4D , P4A!  
6.T7TD , T4D+ 7.R3A , T4A+ 8.R2C , T4R 9.T2T! i les negres es retiren.

La clau és la primera jugada.







EL CANONJE DE LA SEU