

## Per mi, el cub és un objecte de la naturalesa George Marx conversa amb Ernő Rubik

El cub ideat per Ernő Rubik, enginyer, dissenyador i professor de l'Escola d'Arts Industrials de Budapest, ha tingut un impacte mundial, en els ciutadans de totes les edats i condicions.

L'èxit del seu giny, un fet inqüestionable, no té encara, però, explicacions clares. Presentem a continuació una conversa sobre el cub - Rubik sosté que en realitat és un objecte de la na-

tura - portada a terme pel seu inventor i per George Marx, del departament de física de la Universitat Eötvös de Budapest. L'entrevista va ser publi-

14 (406/Volum 3/juliol-agost 1983

ciència 29)

**G. Marx:** -El "cub de Rubik" ha tingut una enorme difusió pels cinc continents. És un objecte que té tant d'èxit entre els infants com entre els savis. La motivació econòmica no basta veritablement per explicar la creació d'una joguina com aquesta. Quin altre motiu, potser més innocent, teníeu?

**E. Rubik:** -En tot cas, més seriós. Crec que tots els qui creen alguna cosa realment original pateixen la mateixa malaltia...

**M:** -Volen salvar el món?

**R:** -Es tracta d'una malaltia amb un principi molt més elemental que això: la curiositat. Quan de nens comencem a explorar el món que ens envolta, som molt tafaners. Els nens volen saber per què els tomàquets són vermells, i plantegen qüestions d'aquest gènere que els adults consideren pesades, i tan aviat les contesten com diuen que manquen d'interès. Després desapareix aquest desig de preguntar coses. Els objectes es tornen familiars, ens hi acostumem. El plaer de la descoberta es dilueix i ens conformem amb l'adquisició de llocs comuns. La nostra curiositat no es revifa més que excepcionalment, per exemple, quan elegim la nostra parella.

**M:** -I acostumant-nos així a aplicar les regles establertes, deixem de banda moltes possibilitats.

**R:** -És llàstima que la nostra curiositat innata desaparegui amb el temps per fer lloc a la rutina. Perdem la capacitat de meravellar-nos de la nostra infantesa que ens conduïa a interrogar-nos sobre les coses més simples, i que constituïa una reflexió contínua a base de preguntes i respostes. Així s'han produït les descobertes importants. No obstant

això, la major part d'aquestes dades de fa poc temps, i això ha passat perquè no s'havia plantejat abans la simple qüestió que calia o, en tot cas, s'havia considerat sense interès, de manera que ningú no s'havia ocupat de trobar-li resposta. Al meu entendre, és el costum el que constitueix el principal perill. És el nostre més gran enemic perquè revesteix les coses d'una determinada manera, cosa que no hem d'acceptar. Hem de donar-nos a nosaltres mateixos, i a tot el que ens envolta, un impuls nou que trenqui les rutines. Aquest estat inestable permet mirar les coses amb uns altres ulls. Aleshores, fins i tot un objecte que ens és molt familiar esdevé interessant. Aquest fenomen es produeix sovint quan, de retorn d'un viatge a l'estranger, contemplem la pròpia ciutat com si fos la primera vegada que la veiem, i hi descobrim coses que no havíem percebut abans.

**M:** -A la major part dels nens els agrada rondar d'ací d'allà, i als grans, viatjar. Però com heu anat a parar al cub? Potser pels jocs de construcció amb els quals jugàvem de petits?

### El cub és la forma més simple en els jocs de construcció

**R:** -No és per atzar que els jocs de construcció siguin constituïts per cubs. A l'origen d'aquest costum trobem el fet que, com més simples són les formes utilitzades en un joc d'aquest tipus, més nombroses són les possibilitats constructives. En aquest sentit, la forma més simple és el cub. D'altra banda, el cub ofereix l'avantatge de l'estabilitat: apilant els cubs els uns sobre els altres, s'obté una construcció estable. Les possibilitats de les formes oblongues són més limitades. Tots els jocs de construc-

ció es componen de cubs i d'elements oblongs, però aquests darrers són simplement ornamentals i difícilment ens en podem servir per edificar l'arquitectura de base.

**M:** -Pels nostres coneixements de geometria sabem que els políedres regulars són formes molt simètriques i estètiques, però podrien semblar-nos objectes intemporalment i immutables, que no evolucionen i dels quals no es pot treure res. En canvi, els cubs d'un joc de construcció tenen un caire viu, representen un repte per als nens. Tan aviat com els tenen a les mans, comencen a imaginar construccions, cases; se'ls desperta el desig de construir, de destruir, de transformar. Aquest punt de vista constructiu és veritablement més ric que el simple punt de vista geomètric.

**R:** -Va ser en els cursos de geometria a l'escola quan vaig quedar seduït pels políedres regulars. De la seva simplicitat deriven relacions geomètriques complexes entre els seus elements. M'admirava la bellesa d'aquestes relacions, que donen una sensació de compacitat tancada, alhora que contenen una riquesa per desenvolupar. M'ho imagino visualment. Quan parlo d'un cub, no me'l represento com un objecte sòlid i compacte, com si fos un terrós de sucre, sinó com un espai simètric que demana ser omplert. Hi veig una estructura definida per arestes que puc materialitzar mitjançant unes barnilles articulades entre elles, de manera que aquesta carcassa que formen pugui deformar-se i transformar-se.

### Una visió tridimensional

**M:** -És una manera de veure les coses molt tridimensional. Dins la cultura europea, cada vegada és menys corrent

cada a "Impact. Science et Société",  
vol. 32, n.   4, octubre-desembre  
1982, p  gs. 433-442.

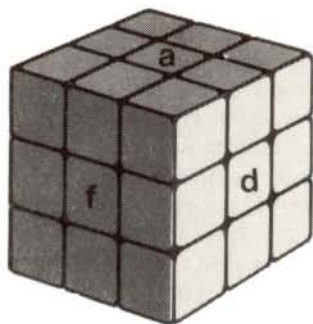
aquesta visio de les coses: el full de paper de dibuix, la p  gina del llibre, la tela de la pintura, la fotografia, la pantalla de cinema o de televisió per nosaltres tenen només dues dimensions. Estem acostumats a aquests quadres bidimensionals a través dels quals ens expressem i comuniquem els uns amb els altres. Els mapes que fem servir per orientar-nos tenen també dues dimensions. El cub de Rubik ens llança un repte inhabitual, ja que ens obliga a veure i pensar entres dimensions: hem de saber també qu   hi ha per l'altre costat!

**R:** -Però el mapa amb dues dimensions constitueix una abstracció. Els nens s'orienten sense problema en tres dimensions; ho fan millor que nosaltres. Possiblement, els futurs habitants de grans nuclis continuaran guiant-se mentalment sobre un pla d'una o dues dimensions per circular pels ascensors i passadissos, però les tècniques actuals conformen la nostra vida cada vegada més tridimensionalment. Només cal que pensem en els encreuaments d'autopistes a diversos nivells, en els gratacels, en la nova visio des d'un avió. A m  s de les tres dimensions geomètriques, l'home modern ha de tenir en compte també la del temps. La tecnologia actual    essencialment quadridimensional.

**M:** -Amb això ens remeteu de nou a la vostra manera preferida de contemplar les coses: veure-les en moviment. El cub de Rubik ens convida a sotmetre'l a una rotació, a transformar-lo. D'aquesta manera ens dóna rigoroses lliçons de lògica.

### El repte del cub

**R:** -Aix   passa amb qualsevol cub compacte. Només cal atribuir un valor a cadascuna de les seves cares. Si agafes un



dau, per exemple, que t'incita a tirar-lo, a provar la teva sort, quantes posicions pot adoptar en caure? Quan no et surt el sis, tens ganes de tornar-lo a tirar. Comences a calcular les teves probabilitats de guanyar. I quan en tens més d'un, les possibilitats es multipliquen enormement: pensa en el joc del p  ker. Però a m  s de les combinacions que són fruit de l'atzar, pots provocar-ne intencionalment. Els petits cubs de McMenon han estat un dels meus jocs preferits. Tenen sis colors, tants com cares, de tal manera que els elements geomètrics resten individualitzats. A partir d'aquests cubs, es tracta de construir-ne un de gros amb la mateixa distribució de colors que els petits. En aquest joc, els diversos elements són separats, té simplement un car  cter additiu.

### Un engalzament dinàmic

**M:** -Com se us va ocórrer la idea de conjumar aquests cubs de colors?

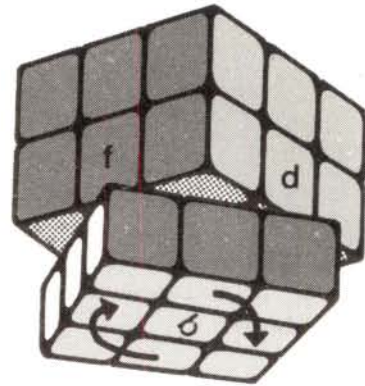
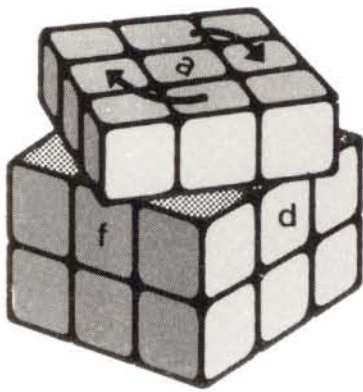
**R:** -Es tracta d'una tendència que trobem també a l'escultura moderna. Actualment no tots els escultors s'aconten-

ten d'explotar les tres dimensions. Creen obres mòbils. Alguns, com Calder, compten amb l'atzar per crear el moviment: els mòbils es transformen per l'acció del vent, per les empentes que els donen els visitants. La idea    inspirada per la naturalesa: les branques dels arbres mogudes pel vent, el moviment de les fulles... No obstant això, aquestes obres no solament treuen partit de l'atzar, sinó que reflecteixen també les lleis de l'equilibri. D'altres artistes acoblen màquines a les seves escultures; en aquest cas, el moviment que en resulta expressa una mena de fatalitat.

**M:** -Tirant els daus, apilant els cubs, nosaltres creem entre els diversos elements un lligam fugisser.

**R:** -Hi ha maneres de fer aquest lligam m  s orgànic. Una d'elles consisteix a connectar aquests elements en cadena, la qual cosa ofereix possibilitats interessants. Una altra pot ser el lligar axial: un eix ajunta els elements sense fixar-los. Tot lligam, en especial una fixació, redueix el nombre de les possibles variacions. El que resulta interessant de la construcció del cub rotatiu    simplement que, tot i semblar geomètricament impossible la conservació de totes les combinacions rotatòries, en treure partit de les propietats de simetria del cub s'ha aconseguit resoldre el problema. Es poden permutar els elements que tenen funcions geomètriques equivalents, i que per tant poden substituir-se entre si. La perfecta simetria de l'hex  edre permet que qualsevol angle prengui el lloc d'un altre, que qualsevol aresta reemplaci una altra aresta.

**El cub de Rubik: un objecte sense malícia**



**M:** —En això resideix un dels encants del cub de Rubik. Conec jocs d'entreteniment en els quals es busca deliberadament la complicació amb el sol propòsit de fer perdre la paciència al jugador. El laberint n'és un exemple amb dues dimensions; el trencaclosques xinès n'és un altre, amb tres dimensions. El cub de Rubik, al contrari, sembla que no té cap malícia. La seva forma, la rotativitat dels seus elements, no s'encaminen a la recerca de la complexitat per damunt de tot. En aquest cas, el que permet l'acció és la seva forma simple i geomètrica, la total llibertat de rotació.

**R:** —Jo crec que aquesta forma de presentació comprensible és la pròpia de tots els problemes fonamentals que valen la pena de ser estudiats. No m'han agradat mai els problemes amb enganyes, les qüestions embolicades.

**M:** —Fa uns quants anys, parlant amb el cèlebre matemàtic Paul Turán sobre el criteri de valoració d'un teorema matemàtic, ens va dir: "Com més curt és un teorema, més difícil és la seva demostració." Des d'aquest punt de vista, el cub de Rubik és una obra mestra. No cal que es formulin les regles de joc. Simplement s'agafa a les mans el cub tal com surt de fàbrica. Hom s'adona que un moviment de rotació permet modificar la distribució dels seus elements. Després d'unes quantes rotacions efectuades a l'atzar, es constata que el més gran desordre regna en la disposició dels colors. Hom prova de restablir l'harmonia inicial, sense aconseguir-ho. Aquell qui pretén restituir-lo al seu ordre inicial, ha de lliurar-se a un perllongat esforç de reflexió lògica.

**R:** —Crec que tots els bons jocs i les bones joguines funcionen així. Per mi, per estrany que pugui semblar venint de part meva, el cub és un objecte de la

naturalesa, de la mateixa manera que ho és una bola. Alguns potser veuen en el cub i la bola el sùmmum de l'abstracció artística i geomètrica, el producte final del progrés tecnològic. Però els còdols es tornen rodons de forma natural, i moltes fruites evoquen l'esfera. Per mi, tant el cub com l'esfera són formes originals: la seva forma és el resultat de les lleis geomètriques. Quan els tinc a les mans, tinc la sensació que són objectes naturals. Mai no s'ha venut una pilota o una bola acompanyades d'instruccions per jugar-hi: la seqüència dels gestos a acomplir i els jocs per als quals serveixen es despreparen del mateix objecte. La bola és feta per rodar, per rebotar. Si la llanço contra una paret, em torna amb un angle determinat; si la faig rodar, l'angle canvia, etc.

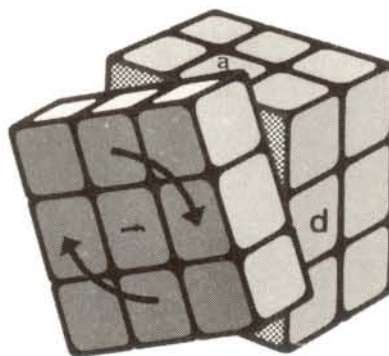
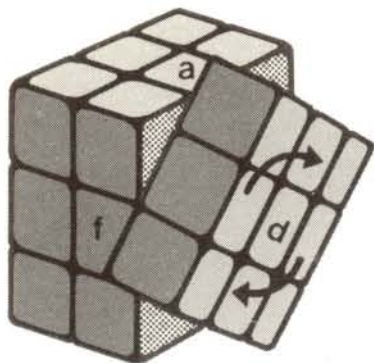
### El nen aprèn de la pilota

**R:** —Es van acumulant les experiències a les quals s'adeqüen i se'n pot treure una conclusió teòrica. Però els nens aprenen de l'objecte en si mateix, la pilota o la bola desenvolupa en ells noves aptituds motrius: aprenen a agafar-la al vol, a fer un gol, però per a això han de saber coordinar els seus moviments. En el cas de la pilota de cautxú, com també en el del cub de facetes mòbils, forma i moviment es perceben simultàniament. Quan se sotmet el cub a uns quants moviments de rotació, de bon començament un es queda sorprès de la miscel·lània de colors vius, però el cub no ens diu gaire sobre ell mateix. Aquesta coneixença es va adquirint a poc a poc. Cal observar el desplaçament de les facetes mentre es fan girar. Aquests primers tempteigs són molt instructius. Els nens fan progressos molt aviat. Finalment, se n'arriba a desprendre una seqüència de moviments útils.

### Una activitat pacífica

**M:** —Hi ha d'altres jocs populars que demanen també concentració i lògica, com els escacs i el joc de go, però aquests simbolitzen la competència entre els homes, la guerra. La dialèctica del cub de Rubik és ben diferent. En aquest cas, l'home s'enfronta a la realitat, dóna la cara al problema; la utilització de la força bruta no proporciona la victòria. Si se separen els elements del cub amb l'ajut d'un ganivet, es viola la llei de l'objecte; aquest sistema és enganyós: no hi ha victòria possible contra la naturalesa. L'única solució consisteix a estudiar el comportament de l'objecte. Si aprenem a conèixer les lleis que governen els seus moviments, el cub obehirà les nostres instruccions. Aquesta recerca pacífica, que és a imatge de la recerca científica, fa del cub de Rubik, tal com jo ho veig, un joc més noble que els altres.

**R:** —En certa mesura, tots els jocs que requereixen paciència són així. No obstant això, aquest presenta una notable diferència. En el cas dels altres jocs, sentim que han estat inventats per algú altre, que han estat composts per altri. La nostra tasca consisteix a recompondre'ls. Quan trobem el truc, s'ha acabat el joc, no hi ha res més per reflexionar. L'únic que podem fer és passar-lo a algú altre perquè també el provi. En el cas del cub, l'interessant és que el joc no s'acaba amb la primera consecució. La primera solució trobada aporta efectivament la suficient experiència per saber que existeix encara una millor solució. És el començament d'un veritable esforç. Es tracta de millorar la solució, i aquesta recerca exigeix una exploració sistemàtica podríem dir que teòricament hi ha un nombre mínim de moviments que permeten retrobar l'ordre inicial dels colors a partir de qualsevol disposició. Tot i així, fins ara no s'han esgotat, ni de



lluny, totes les possibilitats. Un dia potser hi haurà algú que trobi una fórmula simple que correspongui a la solució més directa, però m'entristiria que aquesta descoberta es produís massa aviat. Seria com si algú inventés una estratègia infal·lible per guanyar en el joc d'escacs, la qual cosa significaria la fi de l'estimulació intel·lectual que proporciona aquest joc.

**M:** —Ens heu explicat com heu arribat a la creació del cub. Però en el moment de pensar en la seva fabricació, us deurieu qüestionar si el difondríeu al públic. ¿Quina relació hi pot haver entre la idea de fer-ne un objecte destinat a tothom i el fet que donéssiu classes als joves de l'Escola d'Arts Industrials? Què preteníeu ensenyar? A orientar-se en tres dimensions? A plantejar-se problemes lògics?

**R:** —Ja he parlat abans de la força amb la qual el repte del cub se'm va imposar. Primer, vaig haver de construir, de donar forma material al cub articulad. Després, vaig haver de resoldre el problema de restablir l'ordre inicial dels colors. M'havia seduït el pensament que es tractava d'un problema soluble, així com la dificultat de la solució. Vaig pensar que era una experiència que podia compartir amb altres persones. No vaig considerar la solució que havia trobat com un límit, sinó com un llindar: si jo n'havia trobat una, algú altre podia trobar-ne una altra de més directa. Pel que fa a la conversió del cub en una joguina, prové de la meua especialitat professional: interiorisme i estètica industrial. És una professió en la qual estem imbuïts de la idea que cal produir per a les masses. Es tracta d'un concepte oposat al de l'artista, que busca la creació d'una obra d'art en un sol exemplar. Jo podria haver fet una gran escultura del cub, erigida en una plaça. Els seus elements gi-

rien automàticament per l'acció d'un mecanisme intern, i la gent vindria a contemplar aquest cub gegantí. Però, dins la meua escala de valors, un objecte que pot ser reproduït, que pot arribar a tothom, es troba al nivell més alt. La naturalesa produeix objectes d'aquesta mena!

**M:** —Vilmos Csányi, un expert en genètica, ha concebut una teoria general de l'evolució. Parteix del fet que els individus més ben adaptats són els que es reproduïxen més de pressa. El mateix passa amb les bones idees i amb els articles industrials que tenen èxit: la societat humana els reproduceix. I així l'èxit, el progrés i l'evolució van fent com una bola de neu. Però bé! No cal demostrar l'èxit obtingut el cub de Rubik. Teniu idea del nombre de cubs que hi ha pel món?

### S'han fabricat trenta milions de cubs

**R:** —És difícil de dir. Legalment, amb llicència, s'han fabricat al voltant de trenta milions de cubs. Fora de la legalitat, molts més, de l'ordre d'un centenar de milions en total. Com que el cub passa per les mans de més d'una persona, podem dir que ha llançat el seu repte a centenars de milions de persones.

**M:** —Això significa un tant per cent considerable de la població del món. Moltes persones han acceptat el repte per curiositat. Moltes hi han trobat també una solució per si sols o amb l'ajut d'altres. Si plantejessin als alumnes d'una escola un problema tan difícil, estic segur que els pares es revoltarien. I vet aquí que nens i adults s'hi dediquen espontàniament; fins i tot accepten gastar-hi diners. ¿Quin efecte educatiu pot tenir el cub sobre la jove generació actual?

### El cub educa

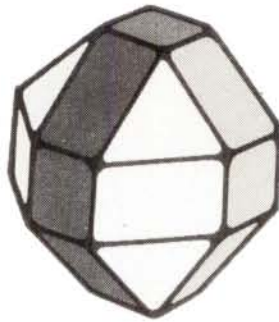
**R:** —La pregunta és difícil perquè aquest efecte pot ser múltiple. Al començament, el problema sembla fàcil de resoldre, però no ho és pas. Moltes persones que es consideren intel·ligents s'entrembanquen amb la dificultat de trobar la solució i s'enfronten amb els límits de la seva capacitat. Alguns adults consideren que no s'han de rebaixar a abordar un problema a l'abast dels infants. A tots aquests, el cub els dona una lliçó de modestia i de coneixement: les aptituds i els esquemes adquirits al llarg de la vida no sempre resulten eficaços quan hom s'aventura en un domini nou. Els calen moltes hores per trobar la solució, per agafar confiança.

**M:** —Potser els caldrà molts dies, fins i tot setmanes!

**R:** —Aquesta és la segona lliçó que dona el cub. A partir d'un determinat nivell de complexitat, no és possible anar directe a l'objectiu. Cal analitzar la tasca a acomplir, descompondre-la. S'ha d'estudiar cada etapa per separat; s'ha d'aprendre a congratular-se de qualsevol petit progrés. És l'única manera d'aconseguir l'èxit.

**M:** —El mateix passa en la ciència i l'alta tecnologia.

**R:** —La tercera lliçó és la que reben els qui han après la solució del llibre. Al començament, potser van intentar trobar-la per si mateixos; no ho van aconseguir i es van sentir ferits en el seu amor propi. A aquestes persones, els llibres veritablement els han ensenyat alguna cosa. En efecte, l'estructura del cub és tal que resulta molt difícil oferir una recepta simple. Comprendre i seguir les complexes instruccions escrites que es donen exigeix una intensa gimnàstica



mental que no permet restar passiu.

**M:** —Els llibres que proposen estratègies per resoldre el problema del cub de Rubik s'han venut a milions.

**R:** —Fa poc he llegit que, com a mínim, se n'han escrit seixanta sobre el tema. D'alguns d'ells, certament se n'han venut milions d'exemplars. És evident que interessa aprendre la solució del cub.

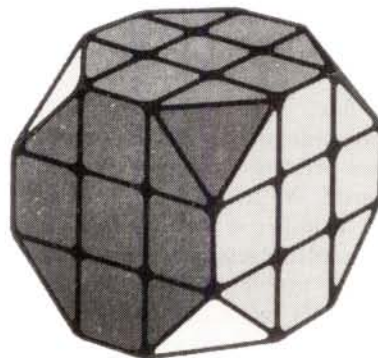
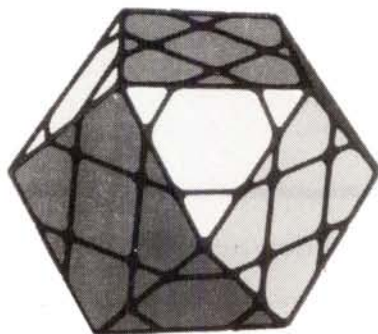
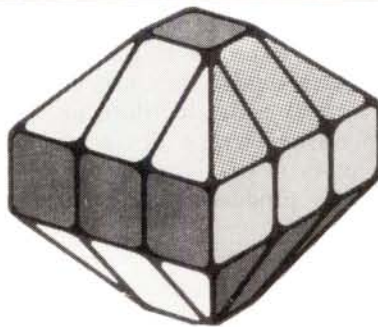
### Retrobar el nostre camí...

**M:** —En el fons, el cub ens convida a retrobar l'harmonia primordial. La nostàlgia de la bellesa dels orígens se'ns fa present a molts de nosaltres en el món pertorbat en què vivim. Retrobar el nostre camí... Penso que cadascun de nosaltres rep el missatge intel·lectual del cub de diferent manera. Alguns hi veuen una bellesa oculta i inesperada.

**R:** —Quan deia que el cub era per mi un objecte de la naturalesa, és perquè no pensava que contingés el que hi havia amagat. Sempre hi ha la possibilitat del descobriment inesperat. Mai no hauria pogut imaginar que un joc que es juga individualment pugui donar lloc a concursos. No obstant això, a Budapest s'ha celebrat un campionat mundial el mes de juny.

**M:** —Ens heu dit abans que un enginyer podria construir estructures polivalentes a partir d'elements simples. He tingut algunes converses amb matemàtics que presten homenatge al cub de Rubik perquè hi veuen l'encarnació de la teoria de conjunts.

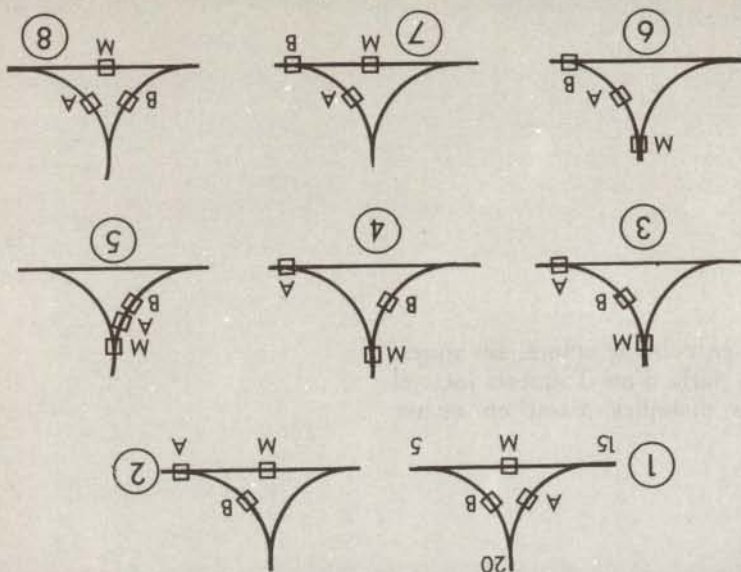
La combinació de les rotacions mena a una àlgebra no comunicativa, al conjunt de Rubik. Es pot elaborar un curs d'àl-



gebra a nivell universitari a partir del cub. Els psicòlegs, per la seva part, resten fascinats per la possibilitat que ofereix el cub per mesurar els sistemes de pensament dels homes; s'ha constatat que la programació del cervell en les cultures occidental i oriental és diferent. Com a físic, jo veig en el cub compost per petits cubs de colors engalats entre si un model del món, format per àtoms visibles. Vaig tenir l'ocasió d'intercanviar idees amb uns quants alumnes intel·ligents de batxillerat sobre la combinació espontània de les facetes, que ofereix una imatge de la deriva del nostre món vers el caos molecular. Al final de la conversa, els nois van començar a plantejar-me qüestions sobre l'origen i el destí de l'univers, sobre l'entropia i el "Big Bang". A les escoles hongareses, els professors de física utilitzen el cub de Rubik, aquest objecte familiar i quotidià, per ensenyar termodinàmica. Per tantes i tantes vies diferents ha orientat el cub la reflexió!

### Possibilitats il·limitades

**R:** —Al Canadà, vaig trobar-me un poeta que estava cofoi d'haver resolt el problema de l'organització del cub. A Suècia, he parlat amb dos filòsofs que es preparaven per escriure un llibre sobre el simbolisme de les formes de la Serp Màgica. Experiències com aquestes reforcen el meu convenciment de sempre que el millor punt de partida de tota creació és la simplicitat. S'ha de buscar el més elemental, perquè aleshores sempre és possible treure'n alguna cosa nova. Allò que és veritablement elemental expressa l'ordre de la naturalesa, ordre en el qual vivim i que conté encara innumerable virtualitats que ens conviden a la recerca.



### Soluciones als problemes de trens

Primer problema (diagrames)

Observen la simetria 1-8, 2-7, 3-6. El 4 és simètric amb el 5.

(diagrama) i el 5 amb el 4 (diagrama), una altra forma de fer la transició de 1 a 8.

Segon problema

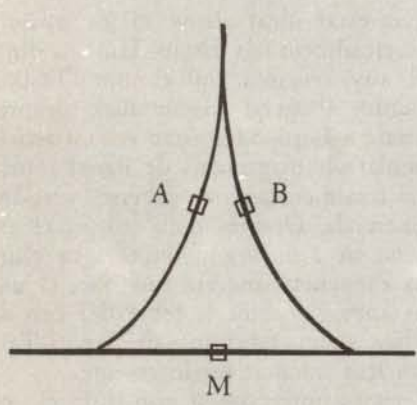
Els trens tarden dues hores a xocar, i aquest és el temps que vola l'helicòpter a 150 km/h. Per tant, la distància que recorre és 300 km.

## Dos problemes de trens

### El primer

Ala Facultat d'Informàtica de la Universitat Politècnica de Barcelona algú ha ressuscitat un vell trenca-closques que ha esdevingut el trenca-closques preferit de la temporada. Diu el següent:

Donat el següent esquema



que representa un triangle de vies de tren, es tracta d'invertir la posició dels vagons A i B, i tornar a deixar la màquina M al mateix lloc. La llargada de A i B és de 5 m, i la de M de 10 m. Les distàncies de 15 i 5 m assenyalades a l'esquema són des de la bifurcació fins al topall de final de via. El tros de via sense topall podem considerar que és infinit, i la màquina tan

aviat pot estirar com empènyer un o tots dos vagons alhora, o estirar-ne un i empènyer l'altre al mateix temps. No us desanimeu pas si després d'una hora de pensar-hi encara no heu trobat la solució. Potser la trobareu després de sopar, quan la ment està relaxada, que és precisament el que li va passar a l'autor d'aquestes ratlles.

Un suggeriment: els moviments que s'han de fer per intercanviar A i B són els mateixos que s'haurien de fer per tornar A i B a les seves posicions originals. És, per tant, un problema "cap i cua". Al mateix temps que feu el primer moviment feu el darrer, etc...

### El segon

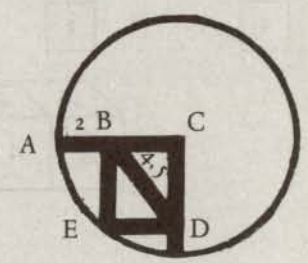
Dos trens separats 400 km avancen a 100 km/h, tots dos en direccions oposades per una mateixa via fins a xocar. Un helicòpter es mou d'un tren a l'altre a 150 km/h (és a dir, parteix d'un tren, arriba a l'altre, recula fins a trobar el primer, etc...). Es pregunta quants quilòmetres pot recórrer fins a arribar a quedar esclafat entre els dos trens.

Aquesta és una versió modernitzada del problema de la mosca, tal com apareix, per exemple, a *¿Cómo se llama este libro?*, editat per Càtedra.

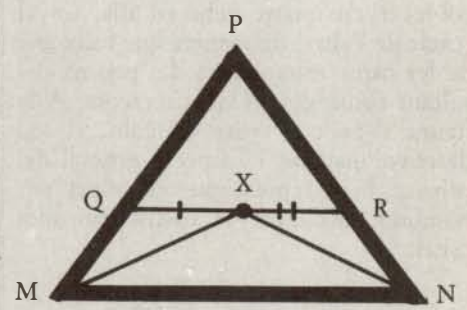
Suggeriment: busqueu la solució indirectament (cosa que es fa sovint en ciència).

## Dos problemes geomètrics

1.- Donat el cercle de centre C i el rectangle BCDE, trobeu el diàmetre del cercle.



2.- Trobeu el perímetre del triangle PQR sabent que  $PM = 30$ ,  $MN = 35$  i  $PN = 26$  i també que  $QM = QX$  i  $RN = RX$ . (Q, X, R estan alineats.)



$$PQ + QR + RP = PQ + RP + QR + QX + XR + RX = PQ + RP + QR + QM + MN + RN = PM + PN = 56$$

El perímetre és

per tant, és 9.

CE = BD, però CE és el radi. El diàmetre,

### Soluciones als problemes geomètrics